Uhland's

Technische Bibliothek.

Im Anschluß an den

„Practischen Maschinen-Constructeur".

Unter Mitwirkung practisch bewährter Ingenieure des In- und Auslandes,

herausgegeben von

Wilhelm Heinrich Uhland,

verpflicht. Ingenieur und ehemal. Director des Technicum zu Frankenberg-Chemnitz.

6. Band. Bau der Locomobilen.

Mit vielen Holzschnitten und einem Atlas von 22 color. Tafeln.

Leipzig,

Verlag von Baumgärtner's Buchhandlung.

1871.

Uhland's

Technische Bibliothek.

Im Anschluß an den

„Practischen Maschinen-Constructeur".

Unter Mitwirkung practisch bewährter Ingenieure des In- und Auslandes,

herausgegeben von

Wilhelm Heinrich Uhland,

verpfl. Ingenieur und ehemaliger Director des Technicum zu Frankenberg-Chemnitz.

6. Band. Der Bau der Locomobilen und Transportablen Dampfmaschinen.

Mit vielen Holzschnitten nebst einem Atlas von 22 Tafeln.

Leipzig,

Verlag von Baumgärtner's Buchhandlung.

1871.

Der Bau der Locomobilen und Transportablen Dampfmaschinen.

Von

Hermann Weber,
Ingenieur in Rostock.

Mit 53 Holzschnitten nebst einem Atlas von 22 Tafeln.

Leipzig,
Verlag von Baumgärtner's Buchhandlung.
1871.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Einleitung 1

Der Bau der Locomobilen.

A. Die Construction und Fabrication der Dampfkessel für Locomobilen . . . . 22—44

Die Fabrication der Locomobilkessel . . . . 44—64

1. Die Herstellung der Nietfugen 46
2. Das Umbördeln der Bleche 55
3. Das Biegen der Bleche 56
4. Das Herstellen kugelförmig gewölbter Bleche 57
5. Die Anbringung der Verankerung im Innern der Kessel . . 58
6. Die Herstellung von Oeffnungen im Kessel 58
7. Das Einziehen der Stehbolzen 58
8. Das Einziehen und Dichten der Siederohre 60
9. Das Verstemmen der Nietfugen 63

Berechnung der Abmessungen der Locomobilkessel 64

B. Construction und Fabrication der Maschinen für Locomobilen . . . . 88—204

1. Der Dampfcylinder 118
2. Die Dampfabsperrvorrichtung 127
3. Das Dampfausströmungsrohr 129
4. Der Schornstein mit Blasrohr und Funkenfänger 133
5. Kolben mit Kolbenstange, Kolbenstangenkopf oder Kreuzkopf und Pleuelstange 134
6. Die Geradführung 137
7. Die Schwungradwelle oder Kurbelwelle mit Lagern und deren Befestigung 141
8. Die Schiebersteuerung 143
9. Die Speisevorrichtung 152
10. Der Centrifugalregulator und die Drosselklappe 155
11. Die Kesselarmatur 159
12. Die Bekleidung von Maschine und Kessel 162

Seite

Berechnung der Locomobilmaschine . . . . 204—244
1. Die Eintrittsperiode 229
2. Die Expansionsperiode 230
3. Die Austrittsperiode 231
4. Die Compressionsperiode 232
Zeichnung des Diagramms 232

C. Der Wagen oder Fahrapparat der Locomobile. . . 244—248

D. Die Prüfung der Locomobilen. . . . . 248—296
1. Locomobile von Robey & Co. Lincoln. England 263
2. Locomobile von J. D. Garret 275
3. Locomobile von Garret & Sons 284
4. Aufrechtstehende Hochdruckdampfmaschine von Robey & Co. . 290

E. Behandlung der Locomobilen . . . . 296—303

Anhang.

Beschreibung verschiedener ausgeführter Locomobilen 304—319
1. Locomobile von A. Tischbein in Rostock. 304
2. Locomobile von A. Tischbein in Rostock 306
3. Locomobile von Richard Hartmann in Chemnitz 307
4. Locomobile von A. Tischbein in Rostock 308
5. Locomobile von C. von Liphart in Dorpat. 309
6. Transportable Dampfmaschine von M. Webers in Berlin . . 317

Einleitung.

Die Locomobilen bilden eine Classe von Dampfmaschinen, welche nicht durch die Größe ihrer einzelnen Vertreter imponirt, wohl aber durch die große Zahl und die weite Verbreitung derselben wichtig ist. Wenn die vorliegende Arbeit sich speciell die Aufgabe stellt, die Construction und den Bau dieser Classe von Maschinen zu behandeln, so mag es gerechtfertigt erscheinen, Etwas über die characteristischen Eigenthümlichkeiten, die Art der Verwendung und den Stand der jetzigen Fabrikation derselben sowohl in technischer wie in commerzieller Beziehung vorauszuschicken.

Unter Locomobilen im Allgemeinen muß man, der stricten Bedeutung des Wortes nach, solche Dampfmaschinen verstehen, bei welchen Dampfkessel und Maschine ein constructives Ganze bilden, so daß beide gleichzeitig und im Zusammenhange beliebig von einem Ort zum andern versetzt werden können und nach dieser Versetzung sofort wieder betriebsfähig sind. Die Locomobilen unterscheiden sich dadurch von den stationären Dampfmaschinen, welche auf festem, in der Regel gemauerten Fundamente ruhen, bei denen die Kessel in der Regel eingemauert sind und bei welchen kein Zusammenhang zwischen Maschine und Kessel besteht, außer der Dampfleitung — sowie auch von den Locomotiven, welche sich selbstständig von einem Ort zum andern fortzubewegen vermögen, unter welchen letzteren wieder die Eisenbahn- und Straßenlocomotiven getrennt werden müssen.

Aber unter der bezeichneten großen Classe der Locomobilen müssen wir vom Standpunct der Praxis aus noch weitere Unterscheidun-

gen machen, je nach der Art der Verwendung der Maschinen und dem dadurch bedingten größeren oder geringeren Grade von Transportabilität.

Den größten Grad von Transportabilität verlangen die in der Landwirthschaft und den damit verbundenen Gewerbszweigen zu verwendenden Locomobilen. Diese Maschinen, gewöhnlich kurzweg Locomobilen oder auch fahrbare Dampfmaschinen genannt, ruhen auf großen breiten Rädern, um auch auf schlechten Wegen und über Feld einen leichten und schnellen Transport zu ermöglichen.

Eine andere Classe von Locomobilen ist diejenige der sogenannten transportablen Dampfmaschinen, welche in den Städten für Zwecke der Klein-Industrie verwandt werden.

Endlich werden vielfach transportable Dampfmaschinen für ganz besondere Zwecke gebaut, und zwar so, daß sie mit der Arbeitsmaschine, welche sie treiben sollen, als ein Ganzes construirt werden. Wir erinnern nur an die Dampffeuerspritzen, die Dampfkrahne, Dampfpumpen u. s. w. Es würde zu weit führen, wenn wir diese Maschinen mit in das Bereich unserer Betrachtungen ziehen wollten; jede Classe derartiger Maschinen muß für sich betrachtet werden. Nur die Locomobilen und die transportablen Dampfmaschinen bilden den Gegenstand, mit welchem sich die vorliegende Arbeit beschäftigt.

Was nun zunächst die eigentliche Locomobile oder fahrbare Dampfmaschine anbetrifft, so ist es England, welches wir als Vaterland dieser Maschinen ansehen müssen und befinden wir uns leider in der Lage constatiren zu müssen, daß bis auf den heutigen Tag England den Weltmarkt auf diesem Gebiet zum größten Theil beherrscht. Noch heute sind die in der deutschen Landwirthschaft Verwendung findenden Locomobilen zum bei Weitem größten Theile englischen Ursprungs und die Zahl der englischen Maschinen, welche jährlich bei uns importirt werden, ist, trotzdem schon seit Jahren deutsche Maschinenfabriken diesem Gegenstande ebenfalls ihre Aufmerksamkeit zuwenden, von Jahr zu Jahr im Wachsen. Trotz der hohen Arbeitslöhne Englands, trotz der bedeutenden Transportkosten und des Zolles, der im Zollverein diese Maschinen trifft, concurriren die englischen Fabrikanten im Zollverein mit den deutschen, und, wenn man nach den Ergebnissen aller größeren Ausstellungen schließen will, stehen ihre Maschinen, wenigstens diejenigen einzelner Fabriken, unter allen oben an. Der landwirthschaftliche Maschinenbau Englands, vor einem Menschenalter kaum im Entstehen,

steht gegenwärtig in einer Blüthe, deren sich kaum ein anderer Zweig des Maschinenbaues rühmen kann. In den letzten Jahren, wo man überall über schlechte Zeiten klagen hörte, wo ganze Etablissements die Arbeit vollständig einstellen mußten, ja wo in manchen Branchen ein Fallissement dem andern folgte, da waren es stets die Fabriken landwirthschaftlicher Maschinen, welche sich im Flor befanden, in denen Tag und Nacht gearbeitet wurde und welche zum Theil Bestellungen zurückweisen mußten, da sie nicht im Stande waren, dem Bedarf zu genügen. Ohne hier umfassende statistische Uebersichten über die Zahl der jährlich in England angefertigten Locomobilen geben zu wollen, erwähnen wir hier nur, daß z. B. allein in Lincoln jetzt von den Fabriken von Clayton, Shuttleworth & Co., Robey & Co. limited, Ruston, Proctor & Co. und andern kleinern wöchentlich circa 50 bis 60 Maschinen geliefert werden. Ganze Züge mit Locomobilen und landwirthschaftlichen Maschinen, namentlich Dreschmaschinen, beladen kann man dort fast täglich den Bahnhof verlassen sehen. Und das Hauptabsatzgebiet für diese Maschinen ist nicht England selbst, sondern — Deutschland, die österreichischen Staaten, die Türkei u. s. w.

Da fragt man mit Recht: Worin liegt der Grund dieser Erscheinung? Liegt er darin, wie Viele behaupten, daß der deutsche Landwirth ein Vorurtheil für englisches Fabrikat hat? Liegt er darin, daß in deutschen Fabriken in der That schlechtere Maschinen geliefert werden und haben die Engländer Recht, wenn sie, von ihrem bekannten Nationalstolze beseelt, behaupten, wir Deutschen seien im Maschinenbau ihre Schüler und lieferten nur Copieen ihrer Maschinen, welche an ihre Originale nicht heranreichen? Sicherlich kann nur in besonderen Fällen die Antwort auf diese Fragen bejahend lauten; im Großen und Ganzen müssen wir uns nach anderen Ursachen umschauen.

Die Beantwortung dieser Frage hat eine technische und eine commerzielle Seite. Vom technischen Standpuncte aus ist es denn doch nachgerade erwiesen, daß wir Deutschen auf eigenen Füßen zu stehen vermögen und, wenn wir nur den richtigen Weg einschlagen, uns von der Herrschaft der Engländer, welche sich noch immer als unsere Meister betrachten, emancipiren können. Es braucht in dieser Beziehung nur an den Locomotivbau erinnert zu werden. Es gab eine Zeit, wo England auch in dieser Beziehung den deutschen Markt beherrschte, aber wo findet man heute noch eine deutsche Bahn, welche ihren Bedarf an Locomotiven von England her deckte, und wer könnte nachweisen,

daß die Locomotiven unserer ersten deutschen Fabriken in Construction oder Ausführung den englischen nachständen? Der Locomotivbau aber hat das mit dem Bau von Locomobilen gemein, daß er nur gedeihen kann, wenn eine Fabrik ihn zur Specialität macht. Es ist daher keinen Augenblick zweifelhaft, daß, auch was die Vorzüglichkeit der Construction und Ausführung der Locomobilen anbetrifft, wir Deutschen uns nicht von den Engländern meistern zu lassen brauchen. Aber freilich zur Specialität muß eine Maschinenfabrik den Locomobilenbau machen, wenn sie reussiren will.

Nur wenn die Locomobilen massenhaft nach denselben Modellen und von denselben Arbeitern gebaut werden, nur dann ist es möglich sowohl in der Construction als auch in der Fabrikation derselben denjenigen Höhepunct zu erreichen, welcher uns befähigen kann, unsere Maschinen den besten an die Seite zu stellen und damit den ersten nothwendigsten Schritt zur erfolgreichen Beseitigung der englischen Einfuhr dieser Maschinen zu thun und uns auch in dieser Branche des Maschinenbaues von den Ausländern unabhängig zu machen. Nur dann wird keine Fabrik mehr veranlaßt sein, die jetzt vielfach gebräuchliche Praxis zu befolgen, irgend eine der berühmteren englischen Locomobilen ohne Weiteres nachzubauen, eine Praxis, welche dem deutschen Maschinenbau nicht gerade zur Ehre gereicht.

Damit soll jedoch keineswegs verstanden werden, daß es sich nicht für uns Deutschen zieme, von anderen Nationen etwas zu lernen, im Gegentheil, diejenige Nation wird in der Technik stets den höchsten Rang einnehmen, welche den Fortschrittsgang aller übrigen Nationen im Auge behält und die Erfahrungen anderer Völker zu benutzen weiß; ja wir möchten sogar so weit gehen, denjenigen Maschinenfabriken, welche neben vielen anderen Dingen auch Locomobilen zu bauen beabsichtigen, entschieden zu empfehlen, sich irgend eine der verbreiteten englischen Maschinen zum Muster zu nehmen, welche sie getreu nachahmen, und nicht von irgend einem jugendlichen Constructeur eine Locomobile frei construiren zu lassen, der vielleicht über die Anforderungen, welche der Betrieb an eine Locomobile stellt, keinerlei Erfahrung besitzt. Wohl ist aber ein Unterschied zu machen zwischen dem durch gereiftes Urtheil unterstützten rationellen Benutzen der wirklichen Fortschritte anderer Länder und dem blinden Copiren von Constructionen, deren Güte zu prüfen dem blinden Nachahmer oft Kenntnisse und Erfahrungen fehlen. Nur wenn eine Maschinenfabrik den Bau

von Locomobilen zur Specialität macht, wird es möglich sein, daß der Constructeur dieselben nach eigenen Erfahrungen zu entwerfen vermag, nur dann wird das blinde Copiren auch schlechter Constructionen, wie es leider jetzt vielfach in deutschen Fabriken geschieht, von selbst unterbleiben, und nur dann wird, vorausgesetzt, daß sich die Fabrik darüber unterrichtet, wie ihre Maschinen sich in der Praxis bewähren, die Construction derselben sich frei fortschreitend entwickeln, statt vom Auslande hierin ausschließlich abhängig zu sein.

Noch stehen in Deutschland die Maschinenfabriken ziemlich vereinzelt da, welche aus dem Locomobilenbau eine Specialität machen. Wir haben leider in Deutschland noch sehr viele Fabriken, welche alles bauen, wofür sie nur Bestellungen erhalten können: heute eine Schiffsmaschine, morgen einen Eisenbahnwagen, jetzt eine Dreschmaschine, morgen eine einfachwirkende Niederdruckmaschine zur Wasserhebung, ein anderes Mal einen Krahn und gelegentlich auch einmal eine Locomobile.

Dieser Zustand ist auf die Dauer nicht haltbar. In einer solchen Maschinenfabrik wird entweder sehr theuer geliefert, oder es wird nicht ausreichend verdient, die Modellkosten spielen eine zu große Rolle, der Arbeiter, der heute eine Achsbuchse für einen Eisenbahnwagen und morgen einen Dampfcylinder für eine Locomobile zusammenpaßt, erhält keine Uebung in einer bestimmten Arbeit, seine Arbeit wird stets um so theuerer, je mehr Abwechselung darin gemacht wird. Man hört daher auch wohl klagen, die Engländer hätten die Preise zu sehr gedrückt, als daß beim Locomobilenbau etwas zu verdienen wäre, trotzdem ändert man das bezeichnete Verfahren nicht ab, sondern fährt fort, alles zu construiren und zu bauen, wofür man nur Bestellungen habhaft werden kann.

Diese Praxis ist es, wovon nicht genug abgerathen werden kann. Nicht oft genug kann man solchen Fabriken zurufen: Werft dies Verfahren bei Seite, legt euch auf Specialitäten, wenn Ihr nicht Eurem sicheren Ruine entgegengehen wollt! Freilich ist es dem jugendlichen deutschen Constructeur, der eine hohe wissenschaftliche Bildung auf der Hochschule erlangt hat und sich mit den größten Projecten und den kühnsten Constructionen beschäftigt hat, meistens „interessanter", möglichst viel Verschiedenes in einer Fabrik entwerfen zu dürfen und er findet es vielleicht gar kleinlich, wenn er, in die „bittere" Praxis eintretend, sich ausschließlich mit einem und demselben Gegenstande

beschäftigen soll, namentlich, wenn dieser Gegenstand Locomobilen sind, welche in den Vorlesungen vom Katheder herab vielleicht einfach unter die landwirthschaftlichen Maschinen verwiesen wurden und demgemäß nur eine flüchtige Beachtung fanden. Freilich bietet die Construction und der Bau von Locomobilen auf den ersten Blick dem vorwiegend wissenschaftlich gebildeten Ingenieur zu wenig Gelegenheit von dem umfassenden Schatz seiner Kenntnisse Gebrauch zu machen, als daß er, der sich den schwierigsten Aufgaben gewachsen fühlt, es der Mühe werth halten sollte, sich damit zu beschäftigen; eine Locomobile ist auch gar zu „einfach". Freilich schmeichelt es auch oft dem Ehrgeiz des Besitzers der Maschinenfabrik, wenn er sagen kann: In meiner Maschinenfabrik wird alles construirt und angefertigt, was verlangt wird, doch sollte derselbe dabei nicht vergessen, daß ein solcher Ehrgeiz ihn theuer zu stehen kommt. Der jugendliche Ingenieur aber, der die Hochschule verläßt, soll nicht vergessen, daß er durch die erlangte wissenschaftliche Ausbildung nur die Vorbildung für sein Fach erworben hat und daß der Schatz von mathematischen, naturwissenschaftlichen und sonstigen Fachkenntnissen ihm nicht die Erfahrung ersetzen kann, welche man nur in der Praxis erlangt, sondern ihn nur befähigt, die Erfahrungen, welche er fortan in der Praxis macht, richtig zu beurtheilen und außerdem, wenn man so sagen darf, schneller Erfahrungen zu sammeln als jener, dem die Kenntnisse zur Begründung von Erfahrungsresultaten fehlen. Er blicke nicht geringschätzig auf die Praxis, er werfe nicht die Bleifeder bei Seite in Fällen, wo man ihm nicht, wie das auf der Schule der Fall sein mußte, freie Hand zum Construiren läßt, sondern ihn vielfältig nöthigt, sich an ausgeführte Constructionen, fertige Modelle und dergleichen mehr zu binden. Er bedenke, daß er nun nicht mehr allein der Wissenschaft dient, sondern dem wirklichen Leben und wohl ihm, wenn er sich in diese Lage zu schicken weiß, ohne doch den echt wissenschaftlichen Sinn, der sich in dem Streben nach Wahrheit kennzeichnet, zu verlieren. Vor allen Dingen aber rümpfe er nicht die Nase, wenn ihm in einer Maschinenfabrik nur ein beschränkter Kreis von Maschinen zur Construction und zum Studium geboten wird, sondern beherzige, daß die vollkommene Ausbildung einer speciellen Maschine auf Grund richtiger Principien und Erfahrungsresultate eine ebenso würdige Aufgabe für den Ingenieur bleibt als der Entwurf großer Projecte. Wirklich eingehende Beschäftigung mit einer speciellen Classe von Maschinen in der Praxis, das ist fast ein Erfor-

derniß für den vorwiegend theoretisch gebildeten deutschen Ingenieur; sie lehrt ihn auf Dinge achten, denen er früher nie seine Aufmerksamkeit gewidmet hat, daher ihm die hierbei gewonnenen Erfahrungen auch in anderen Zweigen des Maschinenbaues später jederzeit nützlich sein werden. Und nicht allein das fortwährende Arbeiten an der Construction der Locomobile und die Verbesserungen an derselben, wie sie durch die Fortschritte im Maschinenbau und die Fortschritte im landwirthschaftlichen Betriebe bedingt sind, bilden des Ingenieurs Aufgabe, sondern vor Allem auch die Organisation des Fabrikationsganges.

Dieser Punct bildet den Uebergang zu der commerziellen Seite des Locomobilenbaues. Wenn deutsche Fabrikanten darüber klagen, daß die Engländer die Preise für die Locomobilen derartig gedrückt hätten, daß bei dem Bau derselben nichts heraus komme, so ist das eine ganz unhaltbare Behauptung. Die Arbeitslöhne sind bei uns in Deutschland nur wenig über halb so hoch als in England und die Preise für das Material sind bei uns im Ganzen dieselben und wo noch ein höherer Preis bei uns herrscht, da wird die Differenz durch den Zoll, den die englischen Fabriken im Zollverein zahlen, mehr als ausgeglichen; wenn man daher nicht etwa von der Ansicht ausgeht, daß dort fortwährend mit Schaden gearbeitet wird, so muß man zugeben, daß der Bau der Locomobilen hier bei uns beträchtlich billiger zu gestalten sein müsse als dort, vorausgesetzt, daß der Weg der Fabrikation derselbe sei.

Hierin aber liegt der Unterschied. Außerdem daß, wie schon bemerkt, bis jetzt nur von wenigen Maschinenfabriken in Deutschland die Locomobilenfabrikation als Specialität betrieben wird, steht auch in diesen wenigen Fabriken die Fabrikation nicht überall auf der Höhe wie in den englischen Fabriken und wie wir sie in anderen Branchen des Maschinenbaues, z. B. dem Locomotivbau, dem Wagenbau u. s. w. bereits auch in Deutschland sehen. *Hülfsmittel der ausgedehntesten Art* für die Arbeit und besonders Theilung der Arbeit sind es, die bei der Locomobilenfabrikation noch nicht genügend in deutschen Fabriken eingeführt sind. Nur wenn die Herstellung der Locomobilen wirklich fabrikmäßig geschieht, kann dieselbe einen hohen Gewinn abwerfen.

Aber, hören wir uns von Seiten der Maschinenfabrikanten einwenden, das ist recht leicht und schön gesagt, aber nicht ausführbar.

Wir können doch nicht so aufs Gerathewohl hin Locomobilen bauen, ohne zu wissen, wann und wo wir sie loswerden sollen.

Dies ist nun die eigentlich commerzielle Seite der Sache, die mit der technischen Frage der Construction und Ausführung nur mittelbar im Zusammenhang steht. Es ist lediglich Sache der kaufmännischen Organisation des Geschäftsbetriebes, nachdem der Techniker sein Bestes gethan hat, den nöthigen Absatz zu verschaffen.

Neuerdings ist in Deutschland vielfach das Bestreben hervorgetreten, die Fabrikation und den Verkauf von Maschinen von einander vollständig zu trennen und also auch hierin eine Arbeitstheilung einzuführen. Wir erinnern nur an den Deutschen Maschinenverein, welcher sich vor wenigen Jahren in Berlin zu diesem Zwecke etablirt hat. Und es ist nicht zu läugnen, daß dies der richtige Weg zur Sicherung des genügenden Absatzes für Specialitäten ist.

Dies ist bekanntlich der Weg, den die englischen Fabrikanten längst anerkannt und betreten haben und der große Absatz, den dieselben hier erzielt haben, ist nicht zum geringsten Theil dem Umstande zuzuschreiben, daß alle größeren Fabriken überall in den größeren Städten Deutschlands Agenten haben, denen sie die liberalsten Provisionen (von 10 bis 20 Procent) zahlen. Das große materielle Interesse, welches solche Agenten somit an dem Verkauf der betreffenden Maschinen haben, bewirkt, daß sie es nicht an Empfehlungen fehlen lassen, sondern kräftige Fürsprecher der englischen Maschinen werden.

Warum, so fragt man mit Recht, betreten die deutschen Fabrikanten nicht denselben Weg? Warum erwerben sie nicht in allen größeren Städten sachverständige Agenten, denen sie ebenso wie die Engländer eine fertige Maschine anstellen und nach deren Verkauf entsprechende Provision zahlen?

Die Nothwendigkeit der Hülfe von sachverständigen Agenten wird in der Regel von deutschen Maschinenfabrikanten nicht genügend anerkannt, sie scheuen entweder überhaupt die Kosten einer solchen Vertretung und glauben die zu zahlende Provision selbst verdienen zu können oder sie wählen auch wohl Kaufleute zu ihren Agenten, welche ihnen vielleicht durch den Besitz von Capital mehr Sicherheit zu gewähren scheinen, welche jedoch nicht alle Bedingungen eines Agenten erfüllen können, weil ihnen ein Hauptfactor, die Sachkenntniß, hierzu abgeht. Jeder Kaufmann, jeder Agent soll außer allgemeinen kaufmännischen Kenntnissen vor allen Dingen auch Waarenkenntniß

in Bezug auf die Gegenstände seiner Branche besitzen. Bei den meisten gangbaren Handelsartikeln ist diese Waarenkenntniß sehr leicht zu erwerben und wird von angehenden Kaufleuten in der Praxis spielend erlernt. Anders ist es mit Maschinen. Zum Verständniß und zur Beurtheilung derselben ist Fachstudium erforderlich und zur genauen Kenntniß landwirthschaftlicher Maschinen reichen theoretische Fachstudien nicht einmal aus, sondern, wie die landwirthschaftlichen Maschinen selbst in der Praxis geworden und nicht das Resultat theoretischen Wissens sind, so kann auch nur derjenige genaue Kenntniß von ihrem Werth, der Art, wie sie wirken und behandelt werden müssen u. s. w. erwerben, der Gelegenheit sucht und findet, dieselben im Betriebe zu beobachten und womöglich den Betrieb selbst zu leiten.

Das gesammte landwirthschaftliche Maschinenwesen, so großartig die auf seinem Gebiet gemachten Fortschritte und erzielten Resultate sind, liegt bei uns in Deutschland doch im Großen und Ganzen immer noch in der Kindheit, sowohl in Bezug auf die Fabrikation der Maschinen, als auch namentlich in Bezug auf die Anwendung und die Handhabung derselben. Denn wenngleich wir in Deutschland manche tüchtige und leistungsfähige Fabrik landwirthschaftlicher Maschinen auf der einen Seite und manches herrliche Landgut andererseits haben, auf welchem bereits ausgedehnte Anwendung von Maschinen und Geräthen aller Art gemacht wird, so kann doch von einer allgemeinen Einführung namentlich der Dampfmaschine in der Landwirthschaft noch nicht die Rede sein.

Davon ist die unmittelbare Folge, daß die Behandlung der Maschinen dem größten Theile unserer ländlichen Arbeiter durchaus fremd ist. Aber nicht allein dem Arbeiter ist sie fremd, sondern auch unseren Landwirthen selbst, den Käufern der Maschinen ist das Maschinenwesen noch zum größten Theil fremdes Gebiet, da ihnen zu wenig Gelegenheit geboten wird, sich darüber zu unterrichten.

Daher genügt es nicht, eine landwirthschaftliche Maschine wie eine beliebige Waare an den Landwirth zu verkaufen und ihm zu überlassen ob und wie er im Betriebe damit fertig wird, sondern es handelt sich vor allen Dingen darum, daß der Verkäufer den Käufer auf die Behandlungsweise der Maschine aufmerksam macht und in den meisten Fällen ist es nöthig, unter den ländlichen Arbeitern einen intelligenten und zuverlässigen Mann zu der Wartung der Maschine vollständig anzulernen, ihm den Zweck und die Wichtigkeit der einzelnen Theile

zu zeigen und ihn auf die schädlichen, bei der Dampfmaschine unter Umständen lebensgefährlichen Folgen aufmerksam zu machen, welche eine Vernachlässigung dieser oder jener Vorschrift mit sich bringt. Wo eine solche Instruction nicht oder unvollständig geschieht, da wird in der Regel die Behandlung der betreffenden Maschine der Art geschehen, daß fortwährende Betriebsstörungen, Reparaturen und damit verbundene Kosten directer und indirecter Art dem Besitzer Verdrießlichkeiten bereiten und ihn am Ende gar veranlassen, die ganze Maschine bei Seite zu stellen. Das Resultat ist in den Augen des Besitzers dann stets, daß der Fabrikant Schuld daran ist; die betreffende Maschine taugte nichts, sonst hätte sie ja nicht fortwährend zu Reparaturen Anlaß gegeben; — und in der That trägt der Fabrikant die Schuld, denn wie konnte er so gewissenlos sein, eine Maschine so schlechthin einem Käufer in die Hände zu geben, von dem er wußte, daß er nicht eine Ahnung von der Behandlung derselben hatte; — oder aber wenn es eine ausländische Maschine war, die sich eines weitverbreiteten Rufes erfreute, so drückte man sich etwas vorsichtiger aus und sagte, die Maschine passe nicht für unsere Verhältnisse. Würde dagegen von Seiten des Fabrikanten hierauf Rücksicht genommen und für die nöthige Belehrung über die Behandlung der Maschine gesorgt sein, so würden keine Betriebsstörungen, keine Reparaturen daran vorgekommen sein, die Maschine, dieselbe, die in unwissenden Händen nichts taugte, hätte sich vorzüglich bewährt, und die Fabrik hätte schließlich ihren Vortheil darin gefunden, da durch die Empfehlung des Abnehmers sich ihr Absatz gemehrt hätte.

Nun liegt es aber auf der Hand, daß der einzelne Fabrikant unmöglich mit jeder landwirthschaftlichen Maschine einen Sachverständigen senden kann, der die Leitung des Betriebes im Anfang übernimmt und für die Ausbildung eines Wärters Sorge trägt, um so mehr als der Absatz vieler landwirthschaftlichen Maschinen sich in eine bestimmte kurze Zeit des Jahres zusammendrängt. Hierin liegt wiederum ein Grund für die Fabriken, welche Specialitäten bauen, zahlreiche sachverständige Agenten zu erwerben, welche die in dem ihnen zugewiesenen Gebiet herrschenden Verhältnisse kennen, und durch richtige Organisation des Betriebes dafür sorgen, daß die Maschinen richtig gehandhabt werden und hierdurch das Interesse des Käufers und des Verkäufers fördern.

Was aber sachverständige Agenten dieser Art betrifft, so sind die-

selben schon in fast allen größeren Städten vertreten. Dieselben sind allerdings meistens für auswärtige Fabriken thätig, indessen liegt kein Grund vor, warum nicht die meisten derselben ebenso gern, ja aus leicht zu erklärenden Rücksichten lieber den Verkauf von inländischem Fabrikat übernehmen sollten, sobald ihnen ähnliche pecuniäre Vortheile daraus erwachsen und der Preis und die Güte des Fabrikats ihnen dafür bürgt, daß der Absatz ein bedeutender sein wird. Aber selbst angenommen, daß ältere Ingenieurgeschäfte, welche seit Jahren für bestimmte Firmen des Auslandes arbeiten, der deutschen Concurrenz die Hand zu bieten verweigern würden, so kann es doch keiner Schwierigkeit unterliegen, hierfür jüngere Kräfte zu schaffen. Unter den zahlreichen Maschinen-Ingenieuren, welche jetzt jährlich die polytechnischen Schulen Deutschlands verlassen, sind sicher nicht wenige, welche, da es ihnen an dem nöthigen Capital zur Anlage eines Fabriketablissements fehlt, die wenig tröstliche Aussicht haben, zeitlebens eine untergeordnete und unselbstständige Stellung in dieser oder jener Maschinenfabrik einzunehmen und zum größten Theil fast über die Gebühr angestrengt zu arbeiten für ein Honorar, welches zu der geleisteten Arbeit und dem Aufwande an Zeit und Geld, der zu ihrer Ausbildung nöthig war, in gar keinem Verhältniß steht. Darunter sind gewiß viele, welche, nachdem sie sich einigermaßen in der Praxis umgesehen haben, eine selbstständige Thätigkeit als Civilingenieur, Agent oder — um in Bezug auf das landwirthschaftliche Maschinenwesen speciell einen modernen Ausdruck zu gebrauchen — als „Culturingenieur" der beschwerlichen, unselbstständigen und wenig lohnenden Thätigkeit eines Constructeurs in einer Maschinenfabrik vorziehen würden, sobald sie nur hoffen dürften, auf diese Weise ihre Existenz zu sichern. Für Letzteres aber würde sofort eine Garantie vorhanden sein, wenn die deutschen Fabriken den Vortheil erkennen würden, der ihnen durch derartige Agenten erwachsen muß, ja die Nothwendigkeit derselben für den erfolgreichen und steigenden Absatz von Specialitäten. Ein Agent kann nur dann sich zu einer regen Thätigkeit für eine Fabrik veranlaßt sehen, wenn diese Fabrik ihm nicht nur für die zugewiesenen Bestellungen Provision zahlt, sondern auch ihm einen bestimmten Bezirk seiner Thätigkeit anweist und nicht nur direct keinenfalls billiger verkauft als durch ihren Agenten, sondern auch alle aus dem Bezirk direct einlaufenden Anfragen und Bestellungen einfach an den Agenten weist. Solcher Art sind die Grundsätze, nach welchen die englischen Fabriken schon seit Jahren

verfahren, es sind auch die Grundsätze, auf welche das schon oben erwähnte Institut des „deutschen Maschinenvereins" basirt ist.

Aus diesem System erwachsen außer den directen Vortheilen für Käufer und Verkäufer, welche in erfolgreicher Einführung und vermehrtem Absatz beruhen, noch andere nicht gering anzuschlagende Vortheile für das Allgemeine.

Indem sich für den Maschinen-Ingenieur einerseits eine Bahn der Thätigkeit erweitern würde, auf welcher er das jetzt nur von einer verhältnißmäßig geringen Anzahl Glücklicher erreichte Ziel einer selbstständigen Wirksamkeit, verbunden mit einem ihrer Thätigkeit und ihrer Ausbildung entsprechenden pecuniären Erfolge erreichen könnte, würde dadurch von der Concurrenz der Constructeure für Fabriken ein nicht geringer Procentsatz abgelenkt werden, welcher Umstand auf die nicht gerade günstigen Verhältnisse jener nur vortheilhaft einwirken könnte.

Andererseits würde aber auch der Fortschritt sowohl in der Construction der Maschinen als auch in der zweckmäßigen Einführung derselben ein bei weitem rapiderer werden müssen als unter den jetzigen Verhältnissen. Der Agent, welcher einen großen Theil seiner Zeit mit der Organisation des Maschinenbetriebes zubringt, bildet den natürlichen Vermittler zwischen Fabrikant und Käufer. Er steht der Praxis des Betriebes näher als der Fabrikant, er lernt die Bedürfnisse des Abnehmers, in unserem Falle des Landwirthes, unter den verschiedensten Verhältnissen kennen, er ist Sachkenner genug, um zu sehen, wie diesem oder jenem Uebelstande, der sich in der Praxis zeigt, abzuhelfen ist und weiß den begründeten Vorwurf, der der Maschine gemacht werden kann, von den unbegründeten, in Mangel an Sachkenntniß wurzelnden zu unterscheiden, mit einem Wort Niemand ist so sehr geeignet, wirksame Vorschläge zur Verbesserung der Details der Maschine zu machen als der Agent, welcher die im practischen Betrieb sich herausstellenden Mängel erkennt und dessen Stimme beim Fabrikanten in dieser Beziehung mehr Gewicht hat als diejenige des Käufers. Daß die Einführung der Maschinen durch die Thätigkeit tüchtiger sachverständiger Agenten beschleunigt werden muß, bedarf nach dem Obigen keiner weiteren Begründung.

Nach diesen Betrachtungen muß es einleuchten, daß die Wirksamkeit von sachverständigen Agenten, welche zwar in Deutschland schon zahlreich existiren, jedoch meistens für englische Fabriken thätig sind, eine nach allen Richtungen hin für das deutsche Maschinenwesen för-

derliche und segensreiche sein müßte, sobald die deutschen Fabrikanten die Nothwendigkeit derselben anerkennen würden. Da fragt man denn mit Recht: Sind die deutschen Fabrikanten es nicht selbst, denen es zuzuschreiben ist, daß sie nicht denselben Absatz erzielen wie die Engländer, so lange sie nicht dieselbe Geschäftsrührigkeit entfalten wie jene?

Ein dem Verfasser bekannter kaufmännischer Chef einer englischen Locomobilenfabrik sandte eines Tages vor ca. zwei Jahren von England aus ohne Vorbereitung eine Locomobile nebst Dreschmaschine nach Bukarest. Dann reiste er selbst hinterdrein, warb unterwegs in Wien, Pesth u. s. w. Agenten und stellte in Bukarest die Maschine einige Zeit öffentlich aus, um zu sehen, ob sich Kauflust zeige, und als er fand, daß dort bedeutende Geschäfte zu machen seien, berief er von dort aus einen Ingenieur zu sich, den er sofort dort als Agenten einsetzte und der eine bedeutende Absatzquelle daselbst eröffnete.

So und ähnlich verfahren die Engländer in ihrer nachahmungswürdigen Unternehmungslust. Eine ihrer Hauptthätigkeiten entfalten sie aber auf den größeren Ausstellungen. Sie lassen deren keine vorübergehen, ohne ihre Maschinen mit vielem Aufwand zu zeigen und sie thun recht daran. Mit Unrecht sind in Deutschland Viele principiell Gegner vom Besuch der Ausstellungen und behaupten, daß sie mehr Kosten als Vortheil davon hätten. Die Vortheile, welche aus dem Besuch einer Ausstellung entspringen, sind allerdings, wie zugegeben werden muß, in der Regel mehr indirecter als directer Natur und wer von Deutschland aus zum Beispiel im Jahr 1867 in Paris die Weltausstellung beschickte, von dem ist es zweifelhaft, ob er gerade dort viele Bestellungen französischen oder auch sonstigen Ursprungs erzielt hat. Aber jede Ausstellung hat ihre Nachwirkung. Die Berichte in den Journalen erzählen davon und nennen die Namen hervorragender Firmen; die heimkehrenden Besucher erzählen von dem, was sie gesehen und so kann es nicht ausbleiben, daß der Name derjenigen Fabrik, welche sich vortheilhaft hervorgethan hat, in weiteren Kreisen bekannt wird als sonst auf irgend eine Weise geschehen kann. Aber freilich, wer nichts Tüchtiges in einer Branche zu leisten vermag, der bleibe lieber zu Hause, denn ebenso, wie die hervorragend guten Ausstellungsgegenstände bekannt werden, so werden es auch diejenigen, welche sich im entgegengesetzten Sinne auszeichneten.

Freilich verursacht der Besuch großer d. h. lange dauernder, namentlich auswärtiger Ausstellungen enorme Kosten, und diesem Umstande

ist es wohl hauptsächlich zuzuschreiben, daß z. B. in Paris 1867 nur zwei deutsche Firmen mit Locomobilen vertreten waren, doch thäten die Specialfabriken für Locomobilen gut, diese Kosten als nothwendige Ausgabe zu betrachten und dieselben so wenig zu scheuen wie die Anlagekosten der Fabrik und die Anschaffungskosten guter Werkzeugmaschinen.

Denn sollen wir jemals in dieser bedeutenden Branche des Maschinenbaues einen England ebenbürtigen Platz auf dem Weltmarkt einnehmen, so ist es nöthig, daß Deutschland hierin auf den großen Weltausstellungen würdig repräsentirt werde. Daß hierzu außerordentliche Anstrengungen nöthig sind, erhellt, wenn man bedenkt, welchen Vorsprung England vor uns in dieser Beziehung hat und es kann daher wohl sein, daß es an einzelnen Capitalisten in Deutschland fehlt, welche Capital und Unternehmungsgeist genug besitzen, hierin voranzugehen, und es möchte sich daher empfehlen, eine Actiengesellschaft zu gründen, welche ein größeres Etablissement dieser Art anlegte und nicht nur zur Anlage dieses Etablissements, sondern auch zur Anknüpfung der umfassendsten Geschäftsverbindungen im In- und Auslande und einer würdigen Repräsentation auf allen größeren Ausstellungen das nöthige Capital zusammenbrächte. Daß eine solche mit genügendem Capital angelegte Fabrik zunächst innerhalb Deutschlands die englische Concurrenz mit Erfolg aus dem Felde zu schlagen geeignet wäre, liegt nach den auf anderen Gebieten des Maschinenbaues gemachten Erfahrungen außer Zweifel und ebenso ist die Rentabilität eines solchen Unternehmens außer allem Zweifel, wenn man sieht, wie die englischen Fabriken dieser Classe prosperiren.

Einstweilen ist der Bedarf der Locomobilen noch in stetem Wachsen und es wird voraussichtlich noch eine Reihe von Jahren darüber hingehen, ehe derselbe einen derartigen constanten Character annimmt, daß nur diejenigen Maschinen jährlich durch neue ersetzt werden, welche durch ihr Alter unbrauchbar geworden sind.

Wenn wir somit die Principien genannt haben, nach welchen der Locomobilenbau zu organisiren ist, damit wir Deutschen uns eine würdige Stellung auf dem Weltmarkt sichern, so glauben wir damit keineswegs etwas Neues gesagt zu haben. S p e c i a l i t ä t e n, A r b e i t s t h e i l u n g und V e r k a u f durch A g e n t e n oder C o m m i s s i o n ä r e, darin besteht das moderne Feldgeschrei, welches täglich erschallt und doch von so Vielen überhört wird. Stellen wir uns nicht taub da-

gegen, sondern machen wir es zu unserer Richtschnur und beherzigen wir, daß auf dem Gebiete des Locomobilenbaues uns noch Vieles zu thun bleibt, ehe wir eine der ersten Stellen darin einnehmen dürfen.

Den Stand der französischen Locomobilenfabrikation findet man vorzüglich geschildert in dem weiter unten noch oft anzuführenden Bericht über die Pariser Weltausstellung vom Jahr 1867 von Emil Perels. Derselbe fällt auf Grund seiner Beobachtungen und Erfahrungen darüber das Urtheil, „daß keine einzige der in großer Zahl ausgestellten französischen Locomobilen in Bezug auf Construction und Angemessenheit für die Landwirthschaft einer englischen Locomobile zweiten Ranges gleichkommt." Uebrigens findet man in dem genannten Werk von den auf der Ausstellung erschienenen Maschinen recht eingehende Beschreibung, die durch mehrere hübsche Holzschnitte unterstützt ist.

Wenn wir auf dem Gebiete des eigentlichen Locomobilenbaues nicht in der Lage sind, Deutschland im Ganzen einen hervorragenden Platz einräumen zu dürfen, so dürfen wir dagegen constatiren, daß auf dem Gebiete des Baues von sogenannten transportablen Dampfmaschinen Deutschland bereits eine große Zahl von Fabriken aufzuweisen hat, welche denselben als Specialität betreiben und daß in Folge dessen kaum ausländische Maschinen dieser Gattung importirt werden.

Die transportablen Dampfmaschinen müssen, sowohl was ihre Construction als ihre Verwendung anbetrifft, durchaus von einem anderen Gesichtspunkte betrachtet werden als die Locomobilen. Obgleich man ihnen das Prädicat „transportabel" beigelegt hat, so tritt doch diese Eigenschaft vollständig in den Hintergrund. Wo es sich wirklich darum handelt, eine transportable Betriebskraft zu erhalten, da thut man ganz gewiß am besten, eine fahrbare Dampfmaschine oder eigentliche Locomobile zu nehmen.

Die transportablen Dampfmaschinen finden ihre Hauptverwendung in der Kleinindustrie der Städte; Tischlereien, Schlossereien, Buchdruckereien, kleinere Brauereien, Fabrikanten von Mineralwässern, Hutfabriken, Waffen- und Metallwaarenfabriken, Chocolade- und Senffabriken, Wollenwaaren- und Zwirnfabriken, kleine Pumpwerke, kleine Maschinenfabriken, Gummiwaarenfabriken, Knopffabriken, Wattenfabriken, Lampen-, Stock-, Stahlwaaren-, Rahmen-, Tuch- und andere

Fabriken, Färbereien, Spinnereien und wie sie alle heißen mögen, die zahlreichen in größeren und kleineren Städten blühenden Gewerbe, sie alle machen schon seit Jahren im Großen und Ganzen mit Nutzen von transportablen Dampfmaschinen Gebrauch, welche jedoch im Wesentlichen durchaus wie stationäre Maschinen arbeiten. Raumersparniß, leichte Aufstellung und geringe Anschaffungskosten, das sind die Factoren, welche den transportablen Dampfmaschinen für die bezeichneten und andere städtische Gewerbe in vielen Fällen den Vorzug vor den stationären Maschinen verleihen.

Bei der Wahl einer Dampfmaschine sollte man jedoch niemals aus dem Auge verlieren, daß die transportablen Dampfmaschinen speciell dafür construirt sind, bei der Anlage Raum, Zeit und Anschaffungskosten zu ersparen. Eine Construction, welche einseitig einen bestimmten Zweck berücksichtigt, hat sicherlich, wenn große Vortheile auf der einen Seite, so doch auch Nachtheile auf der anderen Seite. So ist es bis jetzt, indem man die Bedingung der Ersparniß von Raum und Zeit bei der Aufstellung und geringer Anschaffungskosten bei der Construction transportabler Dampfmaschinen in hohem Grade erfüllte, nicht gelungen, diese Aufgabe ohne Opfer zu lösen und zwar stehen diese Maschinen namentlich im geringen Kohlenverbrauch und der Dauerhaftigkeit im Ganzen den stationären Maschinenanlagen nach. Es ist daher davor zu warnen, diese Maschinen dort anzulegen, wo auf einen besonders geringen Kohlenverbrauch oder Dauerhaftigkeit großes Gewicht zu legen ist und die Fabrikanten selbst thun nicht gut, ihre transportablen Maschinen überall und für alle Zwecke zu empfehlen, da die Maschinen, wenn am unrechten Orte angewandt, in Mißcredit kommen müssen.

Hierbei haben wir namentlich die Maschinen mit verticalem Kessel im Auge, da diese in der Anschaffung die billigsten sind. Theurer, aber in Bezug auf geringen Brennmaterialienverbrauch und Dauerhaftigkeit durchaus denselben überlegen, sind die Maschinen mit horizontalen Kesseln, welche durchaus wie Locomobilen construirt, aber auf eiserne Tragfüße statt auf Räder gestellt werden. Maschinen der letzteren Art sind, namentlich, wenn die Kessel derselben so construirt und mit solchen Vorrichtungen versehen sind, daß man sie gründlich reinigen kann, von guter Dauer und die besten derselben zeigen einen Kohlenverbrauch, der niedriger ist als derjenige der meisten gewöhnlichen stationären Dampfmaschinen. Solche Maschinen haben gegenüber

den stationären Dampfmaschinen den Vortheil der leichten Revision des Kessels und der damit verbundenen geringen Explosionsgefahr, schnellen Anheizens, wodurch sie sich auch für nicht continuirlichen Betrieb eignen, und bedürfen nur etwas mehr Aufmerksamkeit von Seiten des Heizers, da die Röhrenkessel derselben im Verhältniß zur Heizfläche stets einen geringeren Wasser- und Dampfraum haben als die eingemauerten Kessel.

Die Gesammtanschaffungskosten für transportable Dampfmaschinen sind im Allgemeinen billiger als für stationäre Maschinen, jedoch herrscht in den Preisen der verschiedenen Fabriken eine große Differenz, so daß, um nur ein Beispiel anzuführen, der Preis einer zweipferdigen Maschine in den Catalogen zweier deutscher Fabriken mit 575 Thalern notirt ist, während eine andere 700 Thaler dafür notirt und der Preiscourant einer englischen Fabrik dafür nur 392 Thaler nennt. Nun sind diese Zahlen allerdings nicht recht zur directen Vergleichung geeignet, da, was man mit Pferdestärke im Dampfmaschinenbau bezeichnet, wenngleich diese Größe wissenschaftlich genau festgestellt ist, bekanntlich eine sehr dehnbare Größe ist. Der eine Fabrikant erreicht mit kleinem Cylinder, hohem Druck, schneller Umdrehungszahl der Maschine und kleinem Kessel vielleicht bei $^2/_3$ Gewicht des Ganzen dasselbe, was der andere Fabrikant bei niedrigem Dampfdruck, langsamer Bewegung und in Folge dessen großem Kessel und großem Cylinderdurchmesser erreicht. Für den Fabrikanten aber bestimmen sich die Kosten der Anfertigung einer Dampfmaschine nach den Dimensionen derselben, dem Preise des Materials und dem Preis für die Arbeit; der Werth für den Käufer jedoch richtet sich nach der Leistung, dem Kohlenverbrauch und der Dauerhaftigkeit. Daher kann unter Umständen eine Preisdifferenz dadurch entstehen, daß der eine Fabrikant das Material oder die Arbeit theuerer bezahlt als der andere, was offenbar für den Käufer keinen Vortheil bringt, es kann aber auch unter Umständen eine Preisdifferenz zwischen Maschinen von nominell gleicher Stärke dadurch auch für den Käufer motivirt sein, daß die eine wesentlich andere Dimensionen der Maschine oder des Kessels hat, da hierdurch größere Leistung oder geringerer Kohlenverbrauch bewirkt sein kann, oder daß die eine aus besserem Material oder besser gearbeitet ist als die andere, wodurch die Dauerhaftigkeit eine bessere sein kann. Hiernach ist eine genau richtige Vergleichung von Catalogpreisen verschiedener Fabriken nur möglich, wenn man die wirkliche Leistung der Maschinen, den Kohlenverbrauch und die Construction des Ganzen kennt, woraus auf

die Dauerhaftigkeit, abgesehen von der Güte des Materials, zu schließen ist, und man muß sich nicht durch Verschiedenheit der Preise täuschen lassen, wenn man nicht Gelegenheit hat, Näheres durch Prüfungen und Abmessungen der einzelnen Theile der Maschine zu erfahren.

Dennoch genügen uns die Zahlen der Fabrikcataloge, um zu constatiren, daß im Allgemeinen die Preise der englischen Fabriken beträchtlich billiger sind als diejenigen der deutschen Fabriken. Der oben angegebene Preis von 392 Thaler für die zweipferdige Maschine einer englischen Fabrik ist noch unter dem Preise für die einpferdige Maschine ähnlicher Construction der billigsten uns bekannten deutschen Fabrik. Das ist eine zu große Differenz, um lediglich durch die Verschiedenheit der Dimensionen oder des Materials erklärt werden zu können, namentlich für denjenigen, der hinter den Zeilen zu lesen versteht und weiß, daß die Preise englischer Cataloge alle darauf berechnet sind 10 bis 20 Procent davon als Provision für die Agenten zu zahlen. Wir können uns daher der Ueberzeugung nicht verschließen, daß entweder die deutschen Maschinenfabriken mehr verdienen als die englischen oder daß die Fabrikation der transportablen Dampfmaschinen bei uns, trotzdem sich schon viele Maschinenfabriken mit derselben als Specialität beschäftigen, noch nicht auf der Höhe steht wie in England und wie auch bei uns in einzelnen anderen Branchen des Maschinenbaues. Und soweit der Verfasser dieses die Sache beurtheilt, ist das Letztere der Fall. Es herrscht im Allgemeinen in den deutschen Etablissements dieser Art noch zu viel Schlendrian, es fehlt jener Geist der Energie und des, wenn man so sagen darf, Arbeitsehrgeizes, den man unter den Arbeitern englischer Fabriken findet, wo auf Specialitäten gearbeitet wird. Der englische Arbeiter fängt des Morgens im schärfsten Tempo bei der Arbeit an und hört ebenso im schärfsten Tempo des Abends auf. Er fragt bei der Arbeit seinen Nachbarn am Schraubstock: „Wie lange Zeit wird es in Anspruch nehmen, daß ich diese Arbeit thue?" Der Nachbar nennt irgend eine Zeit, die ihm außerordentlich kurz dünkt; der Fragesteller jedoch läßt sich dadurch nicht anfechten, er bietet sofort eine Wette an, indem er noch um einige Minuten schneller fertig zu werden unternimmt als Jener genannt hat. So kommt es schließlich, daß fast jeder Arbeiter in der Fabrik weiß, in wie viel Minuten diese oder jene Arbeit gethan werden kann und von dem besten Arbeiter gethan worden ist; Jeder sucht den Besten zu erreichen und thut

zu dem Zweck, nicht wie in deutschen Fabriken vielfach, was er muß, sondern was er kann.

Einen solchen Geist des Wetteifers unter den Arbeitern zu erzeugen, das sei die Aufgabe des Leiters einer Fabrik, welche mit Erfolg Specialitäten fabriciren will. Jede Erleichterung in irgend einer, wenn auch scheinbar noch so unbedeutenden, mit dem Bau der Maschinen zusammenhängenden Arbeit, welche ausfindig gemacht werden kann, werde berücksichtigt, die Leistungen der Arbeiter notirt, um einen völlig sichern Maßstab dafür zu erhalten und diejenigen Arbeiter, welche der Natur ihrer Beschäftigung nach nicht im Accord arbeiten, werden möglichst nach Verdienst bezahlt, damit Jeder sieht, daß seine Anstrengung und Geschicklichkeit nicht unbeachtet bleibt. Mitunter kommt es vor, daß Arbeiter sich über sich selbst täuschen, sie glauben sich durch Leistungsfähigkeit auszuzeichnen, renommiren ihren Mitarbeitern gegenüber und leisten doch bei genauerer Betrachtung nichts Außerordentliches. Solchen Arbeitern muß man Zahlen vorhalten, man muß ihnen zeigen, was Andere leisten, damit sie sich überzeugen, daß sie nichts Außerordentliches sind und sich mit dem gewöhnlichen Lohnsatze begnügen. Es ist endlich gut, sich nach den Accordpreisen anderer Fabriken umzuschauen, um zu sehen, was dort geleistet wird und so einen Maßstab für die relative Leistung der eigenen Fabrik zu erhalten.

Die Vortheile einer so zu erzielenden energischen Fabrikation sind doppelter Art. Nicht nur gelingt es, den Preis für die einzelnen Arbeiten hierdurch auf ein Minimum zu reduciren, sondern man kann auch in einer Fabrik von gegebener Größe, mit einer gegebenen Anzahl von Werkzeugsmaschinen und einer gegebenen Anzahl Arbeiter die größtmögliche Anzahl von Maschinen im Jahr fertig stellen, wodurch sich nicht nur die Kosten für Zinsen und Amortisation einer Anlage, wie leicht einleuchtet, auf eine größere Anzahl von fabricirten Maschinen vertheilen, sondern auch sämmtliche unter der Rubrik „Generalkosten" zusammengefaßten Ausgaben.

Das Gesagte wird genügen, auch denjenigen, der bisher auf diesem Gebiete des Maschinenbaues fremd war, in Bezug auf die Bedeutung desselben an sich und den Stand, welchen die deutsche Fabrikation darin einnimmt, einigermaßen zu orientiren und gehen wir nunmehr zu dem eigentlichen Gegenstande unserer Arbeit über.

Der Bau von Locomobilen.

Wenn man die große Bedeutung betrachtet, welche die Locomobilen (portable engines) — vorzugsweise in der Landwirthschaft und den landwirthschaftlichen Gewerben —, und die transportablen Dampfmaschinen (vertical engines) — vorzugsweise in der kleinen Industrie, den Handwerken — gewonnen haben, wenn man bedenkt, in wie großer Anzahl diese Maschinen jetzt angefertigt sind und noch immer mehr angefertigt werden, so kann es nicht Wunder nehmen, daß in der technischen Literatur bereits Manches über diesen Gegenstand zu finden ist. Als einschlagende Werke führen wir an:

Die Locomobile mit besonderer Rücksicht auf ihren öconomischen und sicheren Betrieb sowie auf ihre Anwendung in der Landwirthschaft und in den ländlichen Gewerben. Zum practischen Gebrauch für Besitzer und Wärter von Locomobilen, sowie auch für Maschinenbauer, Techniker und öffentliche Behörden von Dr.. Robert Schmidt. Mit zwei lithographirten Tafeln und vielen Holzschnitten. Leipzig 1864. Arthur Felix. (Besprochen in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1865. S. 83.)

Handbuch zur Anlage und Construction landwirthschaftlicher Maschinen und Geräthe für Maschinenfabrikanten, Constructeure, für Studirende der Technik, polytechnische Schulen, zu Vorträgen und für gebildete Landwirthe von Emil Perels. Jena 1866. H. Costenoble. Band 2, Seite 275 bis 382 sind der Besprechung der Locomobilen gewidmet und sind 12 Tafeln mit Abbildungen beigefügt. Auf S. 382 heißt es in der Anmerkung:

„Die Literatur der Locomobile ist nicht sehr reichhaltig, da die meisten technischen Werke und Journale dieselbe als land-

wirthschaftliche Maschine betrachten und demnach mit Stillschweigen übergehen. Lesenswerthe Arbeiten sind:

Armengaud. Traité theorique et pratique des machines à vapeur. Band II S. 109 u. f.

Rühlmann, allgemeine Maschinenlehre, Bd. II S. 180, wo eine Egestorff'sche Zwillingsmaschine abgebildet und beschrieben ist.

Dr. E. Hartstein, die Anwendung der Dampfkraft in der Landwirthschaft. Bonn 1860.

Max Eyth, die Locomobilen der Londoner Industrie-Ausstellung 1862. Dingler's polytechnisches Journal Band 165, S. 81."

Abbildungen und Beschreibungen der auf der Pariser Ausstellung 1867 erschienenen Locomobilen findet man in dem ausführlichen Bericht über die landwirthschaftlichen Maschinen dieser Ausstellung von Emil Perels. Berlin, Wiegandt & Hempel, 1867.

Verschiedene Aufsätze, die in Zeitschriften über diesen Gegenstand erschienen sind, werden im Laufe dieser Arbeit erwähnt werden.

Der Tendenz der „Technischen Bibliothek" gemäß ist dem Verfasser bei der vorliegenden Arbeit die Aufgabe geworden, diesen Stoff so zu behandeln, daß Text und Zeichnungen dem Fachmann von wahrem practischen Nutzen sei. Wenn das der Fall sein soll, so muß der Practiker hierin sich über die Theorie unterrichten können und der Theoretiker über die Praxis. Es hat demzufolge das Buch eine practische und eine theoretische Seite. Für erstere hat der Verfasser wenig oder gar nichts aus der Literatur schöpfen können, es sind eigene Beobachtungen und Erfahrungen aus der Praxis, welche hier gegeben sind. Die Arbeiten, welche bei dem Bau der Locomobilen vorkommen, hat der Verfasser Gelegenheit gehabt zum großen Theil selbst zu üben, namentlich während eines längeren Aufenthalts in einer englischen Locomobilenfabrik. Auch der Practiker wird vielleicht beim Durchlesen der möglichst genau gegebenen Beschreibung der Fabrikationsverfahren, namentlich so weit es die Schlosser- und Monteur-Arbeiten anbetrifft, Manches finden, was ihm nützlich und bisher neu war. Wenn somit der practische Theil als zum größten Theil selbstständige Arbeit angesehen werden muß, so gilt dies nicht für den theoretischen Theil. Dort ist im Wesentlichen nur in anderer Form wiedergegeben, was bereits in anderen technischen Werken enthalten ist. Der theoretisch gebildete

Leser, der die Werke von Redtenbacher, Zeuner, Schmidt, Völkers, Grashof &c. &c. studirt hat, wird hierin nichts wesentlich Neues finden; es ist nur das Bestreben des Verfassers gewesen, dem Ganzen eine leicht verständliche Form zu geben ohne den jetzigen Stand der Wissenschaft aus dem Auge zu verlieren. Wenn dies Bestreben einigen Erfolg gehabt hat, so werden die theoretischen Erörterungen nicht nur dem Practiker, sondern auch dem Jünger des Fachs willkommen sein.

Jede Locomobile zerfällt naturgemäß in drei Theile:

A. Den Dampfkessel (boiler, steam boiler)

B. Die eigentliche Dampfmaschine (engine, steam engine)

C. Den Wagen oder Fahrapparat (carriage, driving apparatus) welcher den Transport des Ganzen ermöglicht.

Die Construction und Fabrikation dieser drei Theile wird jede für sich betrachtet werden. Diese Unterscheidung ist um so mehr gerechtfertigt als die Praxis dieselbe auch macht. In den Maschinenfabriken, namentlich denjenigen, welche sich speciell und in größerem Maßstabe mit dem Bau von Locomobilen beschäftigen, wird die Fabrikation dieser drei Theile fast ganz getrennt von einander vorgenommen. Für transportable Dampfmaschinen fällt die Abtheilung C fort und werden wir auf dieselben nur unter A und B Rücksicht zu nehmen haben.

A. Die Construction und Fabrikation der Dampfkessel für Locomobilen.

In der Form der Dampfkessel für Locomobilen herrscht eine große Mannigfaltigkeit. Es ist fast unmöglich alle verschiedenen Arten derselben auch nur aufzuzählen. Man findet hier und dort in Zeitschriften Skizzen-Sammlungen verschiedener von verschiedenen Fabrikanten beliebten Constructionen, die jedoch alle dieses Thema nicht erschöpfen können. Namentlich in Frankreich herrscht eine große Verschiedenheit in dieser Beziehung; in den Berichten über die größeren Ausstellungen findet man eine große Anzahl derselben beschrieben und abgebildet. Es kann hier nicht die Aufgabe sein, auch nur den Versuch zu machen, eine Zusammenstellung aller jemals beliebten Kesselformen zu geben; von vielen derselben ist mit Recht gesagt worden, daß ihr einziger Vorzug vor anderen der sei, daß sie eben in der Form originell seien. Es soll zunächst versucht werden, die Bedingungen festzustellen, welche für die Construction von Locomobilkesseln maßgebend sein müssen und dann

sollen einige Constructionen beschrieben werden, welche große Verbreitung gefunden haben. In der großen Verbreitung einer Construction liegt jedenfalls schon ein Beweis, daß sie den an sie zu stellenden Anforderungen, wenn auch nicht vollkommen, so doch in hohem Grade genügt.

1) Der Locomobilkessel muß so leicht wie möglich sein. Dies ist der zunächst in die Augen springende Punkt und es ist leicht zu erklären, daß, da man Dasselbe auch bei den Kesseln der Locomotiven beansprucht, die für jene übliche Form auch annähernd für die Locomobilkessel vielfach adoptirt ist. In England ist diese Form die fast ausschließlich übliche und auch in Deutschland fertigen viele Fabriken die Kessel nach diesem System. Freilich, wenngleich nicht zu bestreiten sein möchte, daß diese Kesselform die von allen am zahlreichsten vertretene ist, beweist dies keineswegs, daß dieselbe die einzig richtige und strenge inne zu halten sei; es können unzweifelhaft bessere existiren oder ersonnen werden, doch finden wir immerhin mit Recht hierin eine Art von Garantie für die relative Vorzüglichkeit derselben. Es wird daher wohl gerechtfertigt erscheinen, wenn im Folgenden diese Construction vor allen andern im Vordergrund bleiben wird, wobei jedoch nicht unterlassen werden wird, auf die Mängel hinzuweisen, welche derselben in Bezug auf den Locomobilenbetrieb anhaften.

2) Der Locomobilkessel muß bei möglichster Leichtigkeit doch große Festigkeit und Dauerhaftigkeit besitzen. Es giebt wohl keine Art von Dampfkesseln, welche so sehr unverständiger Behandlung ausgesetzt ist und übermäßige Anstrengungen erfährt als gerade die Locomobilkessel. Wenn man bedenkt, in was für unwissende Hände oft, namentlich auf dem Lande, die Wartung der Maschine gelegt ist, so muß dieser Punkt als höchst wichtig erscheinen. Genügende Festigkeit erhält ein Dampfkessel nicht allein durch die richtigen Blechstärken, sondern namentlich durch gute Vernietung und Verankerung.

3) Wegen des verschiedenen und oft sehr schlechten Speisewassers, welches man für Locomobilkessel auf dem Lande häufig durch die Verhältnisse zu nehmen gezwungen ist, ist die Möglichkeit einer leichten Reinigung ein dringendes Erforderniß für den Locomobilkessel. Daß in dieser Hinsicht die meisten Kessel der Locomobilen den stationären Kesseln gegenüber zurückstehen, ist ganz sicher. Dieser Uebelstand ist bei den Locomotiven nicht so sehr fühlbar. Wenn man auf den Wasserstationen der Eisenbahnen schon in den meisten Fällen für ein reines Speisewasser sorgen kann, so ist vor Allem hervorzuheben, daß die

Wartung der Maschinen — und damit auch das Auswaschen und Reinigen des Kessels der Locomotive in regelmäßigen, bestimmten Zwischenräumen — den Locomotivführern übergeben ist, welche dies in sachverständiger Weise vornehmen müssen, und daß hierüber eine Controle möglich ist. Wehe dem Locomotivführer, dessen Locomotive schlecht gereinigt in die Reparaturwerkstatt kommt. Anders liegt die Sache beim Locomobilenbetrieb. Hier fehlt für den Wärter die Controle. Oft wird derselbe gar nicht zur Reinigung des Kessels angewiesen, oder er unterläßt es aus Nachlässigkeit oder Bequemlichkeit, oder endlich es fehlt ihm zwar nicht an gutem Willen, doch hat er die einschlagenden Manipulationen nicht oft genug unter richtiger Anweisung geübt, um sie mit Erfolg durchführen zu können. Am besten würde daher derjenige Kessel in dieser Beziehung sein, welcher keiner anderen Reinigung als etwa durch Abblasen bedürfte.

4) Der Locomobilkessel muß durchaus öconomisch in Bezug auf Kohlenverbrauch sein. Der öconomische Kohlenverbrauch einer Maschine ist wesentlich von zwei von einander ganz unabhängigen Punkten bedingt, nämlich einerseits von dem Grade, in welchem durch den Dampfkessel die durch die Verbrennung der Kohlen oder des sonstigen Brennmaterials erzeugte Wärme nutzbar für die Bildung von Dampf gemacht wird und andererseits von der mehr oder weniger sparsamen Art und Weise, wie der gebildete Dampf in der Maschine zur Wirkung kommt. Die größtmögliche Ersparniß im Kohlenverbrauch kann nur erzielt werden, wenn diese beiden Factoren gehörig zusammen wirken. Es hat keinen Zweck, eine Maschine mit Dampfmantel und subtiler Expansionssteuerung zu versehen, wenn der zugehörige Dampfkessel nicht derartig construirt ist, daß in demselben der Dampf öconomisch erzeugt wird. In den allermeisten Fällen spart man bei längerem Gebrauch in der Praxis durch eine gute Kesselconstruction und ausreichende Heizfläche mit geringerem Aufwand von Mitteln viel mehr Kohlen als durch complicirte Maschinen. Sowohl die Art und Anordnung der Heizfläche als auch innerhalb desselben Constructionssystems die richtige Wahl der Größenverhältnisse von Rost- und Heizfläche sind es, welche hier in Betracht kommen. Würde die Größe der Heizfläche allein hierauf Einfluß haben, so müßte diese Bedingung in directem Widerspruch zu der Bedingung der Leichtigkeit stehen und in der That ist dies auch in gewissem Maße der Fall. Leichtigkeit des Ganzen mit geringem Kohlenverbrauch zu ver-

einigen ohne dadurch andere Nachtheile herbeizuführen, ist die schwierigste Aufgabe bei der Constructiou der Locomobile.

5) Die Möglichkeit, eine Locomobile schnell anheizen zu können, muß ebenfalls als von Wichtigkeit angesehen werden. Die Zeit, welche zum Anheizen der Maschine verwandt wird, ist vollständig verloren, daher man dieselbe möglichst zu beschränken suchen muß. Freilich giebt es Fälle, wo eine Locomobile längere Zeit an einem bestimmten Orte gleich einer stationären Maschine in Betrieb ist und wo es dann weniger auf das schnelle Anheizen derselben ankommt; jedoch das sind Ausnahmefälle, es liegt das nicht im Character der Locomobile, der eben in der Transportabilität derselben zu suchen ist. Dieser Grundcharacter derselben verlangt es unbedingt, daß ein schnelles Anheizen möglich sei, damit nach erfolgtem Transport die Arbeit ohne Verzug beginnen kann. Wir werden später sehen, wie diesen Bedingungen zum Theil durch einfache Vorrichtungen genügt werden kann.

6) Schließlich kann an den Constructeur eines Locomobilenkessels auch die Anforderung gestellt werden, denselben so zu gestalten, daß dessen Anfertigung billig geschehen kann. Diese Rücksicht wird in der Praxis leicht nur zu sehr in den Vordergrund gestellt, daher sie hier absichtlich zuletzt genannt ist. Sie muß vernünftiger Weise bei der Construction allen anderen Rücksichten nachgestellt werden. Nur wenn zwei Constructionsarten in jeder Hinsicht ebenbürtig sind, darf diejenige ausgewählt werden, welche sich mit den geringsten Kosten herstellen läßt. Dagegen tritt, nachdem die Construction festgestellt ist, die billige Ausführung ganz in den Vordergrund; in der Beschaffung der besten Hilfsmittel für die Arbeiter, sowie in der strengsten Durchführung der Arbeitstheilung suche man die Mittel zur Billigkeit der Herstellung, nicht aber in schlechter Construction, billigem Material oder schlechter Arbeit.

Die vorstehenden Constructionsbedingungen finden für die eigentlichen Locomobilen, nicht aber in gleichem Maße für die transportablen Dampfmaschinen statt. Wenngleich daher beide Arten von Maschinen, welche zweckmäßig in ein und derselben Fabrik gefertigt werden können, hier besprochen werden sollen, so können wir doch nicht umhin, getrennte Constructionsprincipien für die Kessel beider aufzustellen.

Nicht eigentlich das Bedürfniß der Transportabilität von Dampfmaschinen hat die sogenannten transportablen Dampfmaschinen

hervorgerufen, als vielmehr das Bedürfniß nach Maschinen für kleineren Betrieb, welche leicht aufgestellt werden können und wenig Platz einnehmen. Ungeachtet des Namens „transportable Dampfmaschinen" ist diese Gattung von Maschinen nicht bestimmt, oft von einem Ort zum anderen transportirt zu werden, sondern wie eine stationäre Maschine an ein und demselben Orte zu arbeiten. Es finden die transportablen Dampfmaschinen ihre Anwendung hauptsächlich in den Gewerben der kleineren Industrie, während die Locomobile vor Allem dem landwirthschaftlichen Betriebe und dem naturgemäß mit der Landwirthschaft zu vereinigenden gewerblichen Betriebe, z. B. Ziegeleien, Mahlmühlen, Schneidemühlen, sowie zeitweise zu baulichen Zwecken, zur Entwässerung u. dgl. dient.

An die Spitze der Constructionsbedingungen für den Kessel einer transportablen Dampfmaschine gehört daher die Bedingung, daß derselbe wenig Raum einnehmen und leicht aufzustellen sei, also namentlich wenig oder gar keines Mauerwerkes bedürfe.

Die unter 3. für die Locomobilenkessel angeführte Bedingung der leichten Reinigungsfähigkeit ist auch für die Kessel der transportablen Dampfmaschinen wünschenswerth.

Besonderer Nachdruck aber ist auf die Brennmaterialersparniß bei den transportablen Dampfmaschinen zu legen. Hierin lassen die betreffenden Kessel sehr vieler Fabriken noch unendlich viel zu wünschen übrig. Und doch ist dies gerade ein Punkt, auf welchen nothwendig alle mögliche Rücksicht genommen werden muß, da in der kleinen Industrie, den Handwerken, wo diese Maschinen hauptsächlich zur Anwendung kommen, alles darauf ankommt, die Betriebskosten so viel als möglich herabzuziehen. Beispielsweise ist es in einer Tischlerei wünschenswerth, den Kessel der Dampfmaschine mit den Abfällen, den Hobel-, Säge- und anderen Spähnen heizen zu können, da diese so zu sagen gar nichts kosten. Als Vorzug für den Kessel einer transportablen Dampfmaschine muß es selbstverständlich auch gelten, daß derselbe fest und dauerhaft construirt und schnell anzuheizen sei, letzteres namentlich in den Fällen, wo der betreffende Betrieb des Motors nur in Unterbrechungen bedarf, wie das in der Praxis häufig der Fall ist.

Es sollen nun einige der am meisten üblichen Constructionen von Kesseln betrachtet werden und zwar zunächst diejenigen von der Locomotivform. In Holzschnitt 1 und 2 sind Längsschnitt und Querschnitt nach der Linie x x eines solchen Kessels. Wenngleich bei der großen Ver-

breitung dieses Systems fast mit Sicherheit vorauszusetzen ist, daß den meisten der Leser diese Form von Kesseln bekannt sein wird, so folgt hier doch eine Beschreibung derselben, welche namentlich vielleicht den Anfängern wünschenswerth sein wird. Ueberall sind hier wie auch im Folgenden die englischen technischen Ausdrücke den deutschen beigefügt, so weit sie dem Verfasser bekannt sind.



Fig. 1.

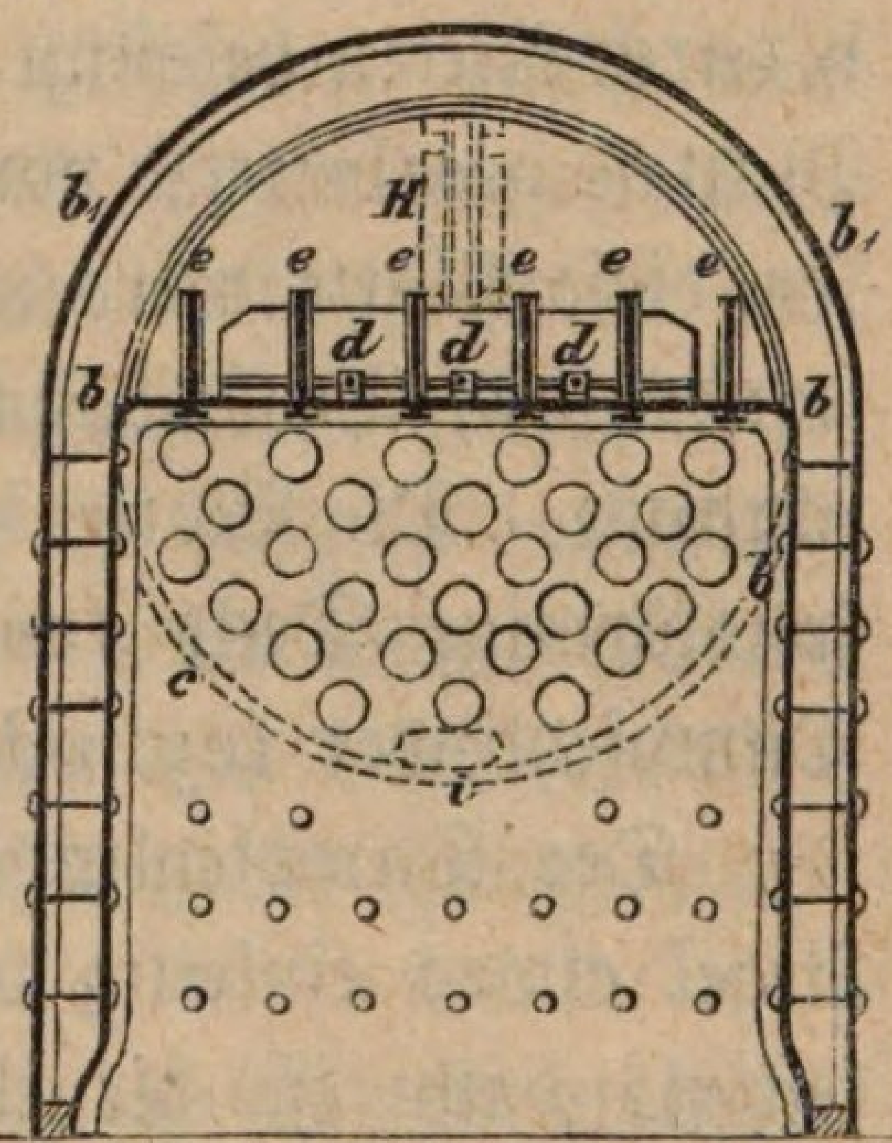


Fig. 2.

A ist der Verbrennungsraum, die Feuerbüchse, auch Feuerkiste oder Feuerkasten genannt (fire box). — Es mag gleich hier bemerkt werden, um Mißverständnissen vorzubeugen, daß im Folgenden stets dasjenige Ende des Kessels, an welchem sich die Feuerbüchse befindet, das hintere Ende des Kessels genannt wird. Dies ist der naturgemäße Gebrauch bei den Locomotiven und auch bei den Locomobilen, da bei dem Transport stets das andere Ende voraufgeht. Diese Bemerkung ist deshalb nothwendig, weil Viele den Gebrauch dieser Ausdrücke für die Locomobilen ebenso adoptirt haben, wie für die stationären Dampfkessel, bei welchen man, was dort auch gerechtfertigt erscheint, dasjenige Ende das vordere nennt, wo sich die Feuerthür befindet. — Die Feuerbüchse besteht aus zwei Theilen, der inneren Feuerbüchse (inside fire box, fire box) und der äußeren (fire box case, outside fire box), welche beiden durch die sogenannten Stehbolzen (stay-bolts) mit einander verbunden sind, weil ihre ebenen Flächen sonst dem Dampfdruck nicht widerstehen würden. Unten und

da wo die Oeffnung der Feuerthüre (fire door) gebildet wird, ist entweder, wie auf unserer Zeichnung, ein Rahmen von Quadrateisen eingelegt oder es sind die Bleche (plates) der inneren Feuerbüchse so viel nach außen gekröpft, daß man im Stande ist, dieselben direct mit denen der äußeren Feuerbüchse zu vernieten. Erstere Methode hat den Vorzug, daß man später beim Betriebe besser reinigen kann. Zu verringern pflegt man die Distanz der beiden Wände jedoch auch bei dieser Methode, wie auch die Zeichnung zeigt, weil sonst die Nieten (rivets) zu lang ausfallen. Weiter unten, wo von der Arbeit des Nietens die Rede ist, werden wir hierauf zurückkommen. Die innere Feuerbüchse wird aus drei Platten (plates) gefertigt, deren eine a die hintere Wand (back plate), welche durch die Oeffnung der Feuerthüre durchbrochen wird, eine zweite b die Decke (top, crown) und Seitenwände (sides), die dritte in der Regel etwas stärkere c die Vorderwand (front plate) derselben bildet. Die Vorderplatte c kann auch die hintere Rohrplatte oder die Rohrplatte der Feuerbüchse (tube plate of fire box, fire box tube plate) genannt werden. Wie aus der Zeichnung zu ersehen, haben a und c umgebördelte Ränder (flanges), an welchen b durch Nieten befestigt wird. Auch die äußere Feuerbüchse ist aus drei Platten gearbeitet, von welchen die hintere a_1 die Feuerthüre enthält. In diese Platte werden in der Regel verschiedene Armaturtheile, Wasserstandsglas, Probirhähne, Manometer, mitunter auch Dampfpfeife, geschraubt. Die Platte b_1 bildet die äußeren Seitenwände und die halbkreisförmige Decke (crown), auf welcher letzteren in der Regel der Dampfcylinder (cylinder) befestigt wird.

Der Dampfcylinder wird, wie später gezeigt werden wird, in der Regel etwas einseitig auf dieser Decke, etwa auf der rechten Seite, befestigt, dann ist die linke Seite der geeignetste Platz zur Anbringung des Mannloches (man hole). Das Mannloch wird in der Regel in Form einer Ellipse hergestellt, deren große Achse 360 und deren kleine Achse 250 Millimeter beträgt. Es ist durchaus erforderlich, daß rings um den Rand des Mannloches ein ca. 60 Millimeter breiter Verstärkungsring (strengthening ring) von der Stärke des Kesselbleches genietet wird, da sonst durch das Loch eine bedeutende Verschwächung entsteht. Die Figuren 1 bis 3 auf Tafel 1 zeigen ein solches Mannloch in $^1/_4$ natürlicher Größe. Figur 1 ist die Ansicht desselben, Figur 2 der Längsschnitt, welcher den Verschluß desselben durch einen schmiedeisernen Deckel (wrought iron cover) am besten zeigt und Fig. 3 zeigt

einen der schmiedeisernen Verschlußbügel (wrought iron bow) in der Seitenansicht. Viel weniger gut ist es, gußeiserne Deckel (cast iron cover) und Verschlußbügel anzuwenden. Der ovale Ring zwischen den Verschlußbügeln dient als Handgriff (handle) beim Losnehmen (taking off) und Dichten (making the joint) des Deckels. Das Mannloch soll den directen Zugang zum Innern des Kessels ermöglichen. Es wird sowohl, wie später gezeigt wird, beim Montiren der Maschine benutzt als auch beim Betriebe zur Reinigung des Kessels. Für letzteren Zweck müssen aber auch außerdem noch Oeffnungen an den tiefsten Stellen des Kessels, namentlich am unteren Ende der Feuerbüchse, angebracht werden, welche nur so groß sein müssen, daß man vermittelst einer dünnen eisernen Stange oder eines Drathes den beim Reinigen (cleaning out) vom Mannloch aus gelösten und nach unten gefallenen Schmutz und Kesselstein herausziehen kann. Diese Reinigungslöcher, Schmutzlöcher oder auch Schmutzluken (handholes, mudholes) genannten Oeffnungen werden entweder kreisrund gemacht, worauf man Gewinde hineinschneidet und sie mit einer Messingschraube (brass plug) schließt, oder man macht sie oval und schließt sie mit einem gußeisernen Deckel vermittelst Bügel und Schraube. Besser noch ist es selbstverständlich, schmiedeeisernen Deckel und Bügel anzuwenden, da man immerhin etwas an Gewicht dabei spart. Beide Arten sind auf Tafel 1 in den Figuren 7 bis 10 in der natürlichen Größe dargestellt. Der letzteren Methode der ovalen Löcher ist deshalb unbedingt der Vorzug zu geben, weil das Gewinde der runden Löcher (round holes, plug holes) beim Gebrauch leicht leidet und das Schließen oder Einschrauben (closing, screwing in) der Verschlußschraube (plug) nachher mit Schwierigkeiten verbunden ist.

Die Decke der inneren Feuerbüchse (fire box crown) ist vollständig eben, daher dieselbe einer besonderen Verankerung bedarf, damit sie nicht durch den Dampfdruck, der von oben her darauf wirkt, eingedrückt wird. Zu dem Ende werden die sogenannten Deckenanker e (Holzschnitt 1 und 2) (roof stays), hohe schmiedeeiserne Balken, darauf mit Bolzen befestigt und zwar entweder so, daß dieselben der Länge des Kessels nach gerichtet sind (longitudinal roof stays), wie in den Holzschnitten, oder so, daß sie nach der Querrichtung liegen (cross roof stays). Diese Anker sind so geschmiedet, daß sie nur an den Enden aufliegen, während der ganzen Länge nach ein freier Zwischenraum von ca. 25 Millimeter bleibt. Die Befestigung (fastening) dieser Anker geschieht durch

Bolzen (bolts), auf welche, dem Zwischenraum zwischen Feuerbüchsendecke und Anker entsprechend, Distanzringe aufgeschoben sind. Ein solcher Deckenanker ist auf Tafel 1 in den Figuren 4 und 5 dargestellt, Figur 6 zeigt die Befestigung desselben auf der Deckplatte der inneren Feuerbüchse. Alle drei Figuren sind in $^1/_4$ der natürlichen Größe gezeichnet. Wenngleich es constructiv ist, diese Deckenanker in der Mitte stärker zu machen als an den Enden, so darf das Profil doch nicht so gestaltet werden, wie man aus reinen Festigkeitsgründen thun würde — also parabolisch —, sondern die Höhenabnahme muß in der Art geschehen, wie auf der Zeichnung, nämlich in Absätzen, weil sonst die Schraubenköpfe nicht gehörig anliegen würden. Für diejenige Anordnung, nach welcher die Deckenanker der Quere nach auf der Feuerbüchsdecke liegen, wird geltend gemacht, daß dann bei geöffnetem Mannloch die Feuerbüchsendecke von außen mit einer eisernen Stange (scraper) gereinigt werden kann, da man in diesem Falle zwischen den Ankern durchfahren kann. Eine gründliche Reinigung ist aber auf diese Weise doch nicht möglich, daher der Verfasser die Anker nach der Längenrichtung anzuordnen vorzieht, weil dann der Vortheil erreicht wird, daß die schmiedeeisernen Stangen d, welche zur Verbindung der Hinterwand des Kessels (back plate of boiler) mit der vorderen Rohrwand (smoke box tube plate) dienen, zwischen den Deckenankern durchgehen können. Dadurch kommen diese langen Anker d so tief zu liegen, daß sie die Anbringung einer Blechdreiecksverankerung über denselben gestatten, welche weiter unten beschrieben wird. Diese langen Stangen d, Längsanker oder lange Anker genannt (longitudinal stays, long stays) werden entweder so befestigt, wie in Holzschnitt 1, nämlich vermittelst gabelförmiger Enden an T Eisen, die an den betreffenden Platten angenietet sind, oder die Enden derselben werden einfache Köpfe mit einem Loch und passen dann zwischen zwei Winkeleisen. Letztere Art von Befestigung findet sich auf Tafel 2 in den Figuren 1, 2 und 4 gezeichnet und zwar in $^1/_5$ der natürlichen Größe. Die Längsanker theilt man mitunter in der Mitte und schraubt sie dort vermittelst einer Muffe zusammen, welche zur Hälfte rechtes, zur Hälfte linkes Gewinde hat, wodurch es möglich wird, dieselben noch einzubringen, wenn der Kessel schon ganz fertig ist, und außerdem allen eine gleiche Spannung zu geben. Begreiflicher Weise nützen Längenanker in größerer Anzahl nichts, wenn nicht alle gleichzeitig zur Wirkung kommen, da sie sonst einer nach dem andern abreißen können.

Die Vorderplatte c_1 der äußeren Feuerbüchse, welche mit b_1 durch umgebördelten Rand verbunden ist, hat eine kreisrunde Oeffnung mit nach vorne umgebördeltem (flanged) Rande, an welchen der Langkessel (barrel) sich anschließt. Der Langkessel wird vorne durch eine Platte geschlossen, in welcher das vordere Ende der Siederohre (tubes, boiler tubes, boiling tubes) befestigt wird, und welche die vordere Rohrplatte oder die Rohrplatte der Rauchbüchse (smoke box tube plate) genannt wird. Diese vordere Rohrplatte ist, wie schon erwähnt, mit der hinteren Platte der äußeren Feuerbüchse durch Längsanker verbunden. Die Verbindung (joint) der vorderen Rohrplatte f mit dem Langkessel L geschieht in der Regel durch Winkeleisen, wie die Zeichnung veranschaulicht; der nach vorn umgebogene Rand derselben dient zur Befestigung der sogenannten Rauchkammer G, auch Rauchkiste, Rauchbüchse oder Rauchkasten genannt (smoke box). Winkeleisen (angle iron) wurden früher bei der Construction von Kesseln in viel ausgedehnterem Maße angewandt als jetzt. Ein umgebördelter Rand ist einer Befestigung durch Winkeleisen vom Standpunkte des Käufers entschieden vorzuziehen, denn nicht allein wird bedeutend dadurch an Gewicht erspart; es ist auch ein solcher Rand, der vollkommen ohne Risse und Undichtigkeiten ist, eine Garantie dafür, daß gutes Material genommen ist; der Fabrikant, welcher geringes und billiges Blech zu seinen Kesseln zu verarbeiten wünscht, der nehme statt dessen Winkeleisen.

Die Rauchbüchse ist aus 3 bis 6 Millimeter starkem Blech genietet, sie ist wie der Langkessel ein Cylinder von kreisförmigem Querschnitt und zwar von so viel größerem Durchmesser, daß die vorne anzubringende Thür einen völlig freien Zugang zu den Siederohren behufs Reinigung derselben vom Ruß gestattet, und von solcher Länge, daß der Fuß des Schornsteins darauf befestigt werden kann. Das Blech der Rauchbüchse erhält an der tiefsten Stelle derselben ein kleines ca. 10 ^{mm} im Durchmesser haltendes Loch, um etwaiger Feuchtigkeit Abfluß zu verschaffen.

Die Siederohre werden bei Locomobilen meistens vom Durchmesser 57 bis 65 Millimeter genommen, es steht jedoch wohl zu erwarten, daß man allmählig das bei den Locomotiven übliche Maß, welches durchschnittlich 45 ^{mm} äußeren Durchmesser beträgt, adoptiren wird, da man dadurch bei demselben Gewicht eine größere und nicht minder wirksame Heizfläche erzielt.

Für größere Kessel und für hohen Dampfdruck ist eine sehr wirksame Verankerung die in den Holzschnitten 1 und 2 durch punctirte Linien angedeutete und mit dem Buchstaben H bezeichnete Verbindung durch Blechdreiecke. Dieselbe wird angewandt, um flache Endflächen in eine feste Verbindung mit dem Rund- oder Langkessel zu bringen. Zu dem Ende werden Paare von Winkeleisen an der betreffenden flachen Endplatte, z. B. der vorderen Rohrplatte f (siehe Holzschnitt) sowohl als an dem Langkessel angenietet in einem Zwischenraum von etwa 10 Millimeter, so daß ein Blech von der Form eines rechtwinklichen Dreiecks mit abgestumpften Ecken dazwischen genietet werden kann. In den Holzschnitten 1 und 2 ist diese Art der Verankerung nur angedeutet; man pflegt mehrere solche Dreiecke so anzuordnen, daß sie radial nach der Achse des Langkessels gerichtet sind, wie die Zeichnungen größeren Maßstabes (1/5 nat. Gr.) auf Tafel 2 dies deutlicher zeigen. In diesen Zeichnungen ist auch die Anbringung des Rostes (fire grate) so deutlich gezeichnet, daß sie weiter keiner Erklärung bedarf. Die Roststäbe (fire grate bars) liegen daselbst horizontal und es mag hierbei bemerkt werden, daß man in neuerer Zeit bei den Locomotiven einen Vortheil darin sucht, dieselben statt dessen nach vorne geneigt zu legen. Diese Anordnung auch bei Locomobilen zu befolgen, steht nichts im Wege, wie denn auch die nun gleich näher zu beschreibende Figur 3 dieselbe zeigt. Einer besonderen Motivirung bedürfen nur noch die Winkeleisen, welche in Fig. 1 u. 2 Tafel 2 sichtbar sind, die an den Seiten unmittelbar über dem Roste an den Wänden der inneren Feuerbüchse befestigt sind. An den Seiten wird der Zwischenraum zwischen dem Roststab und dem Kesselblech stets viel größer ausfallen müssen als die Entfernung der Roststäbe unter sich. Denn einmal stehen vorn und hinten die umgebördelten Ränder der Vorder- und Hinterplatte der inneren Feuerbüchse schon so viel vor, daß die beiden äußersten Roststäbe nicht dicht an die Wand gerückt werden können und zweitens muß man für die Ausdehnung der Roststäbe in der Wärme einen Zwischenraum lassen, den man sich hüten muß zu klein zu nehmen. Abgesehen nun von dem durch die Größe dieses Zwischenraums entstehenden öconomischen Nachtheile, daß hier große Stücke Kohle durchfallen können, entsteht auch noch der Uebelstand, daß ein kalter Luftstrom die Seitenflächen der Feuerbüchse bestreicht, der nur verderbliche Folgen haben kann.

Die zweite Form von Locomobilkesseln, welche nun be-

sprochen werden soll, ist diejenige nach dem sogenannten Biddel & Balk'schen System (die Namen der Erfinder), welche in England in der Fabrik von Ransomes, Sims & Head, Ipswich, in Deutschland unter anderem in der Maschinenfabrik von R. Wolf in Buckau bei Magdeburg gebaut wird. Der Freundlichkeit des Herrn R. Wolf verdanken wir eine vollständige, weiter unten beschriebene Zeichnung der in seiner Fabrik gefertigten Locomobilen, welcher wir die Holzschnitte 3 und 4 entnehmen.

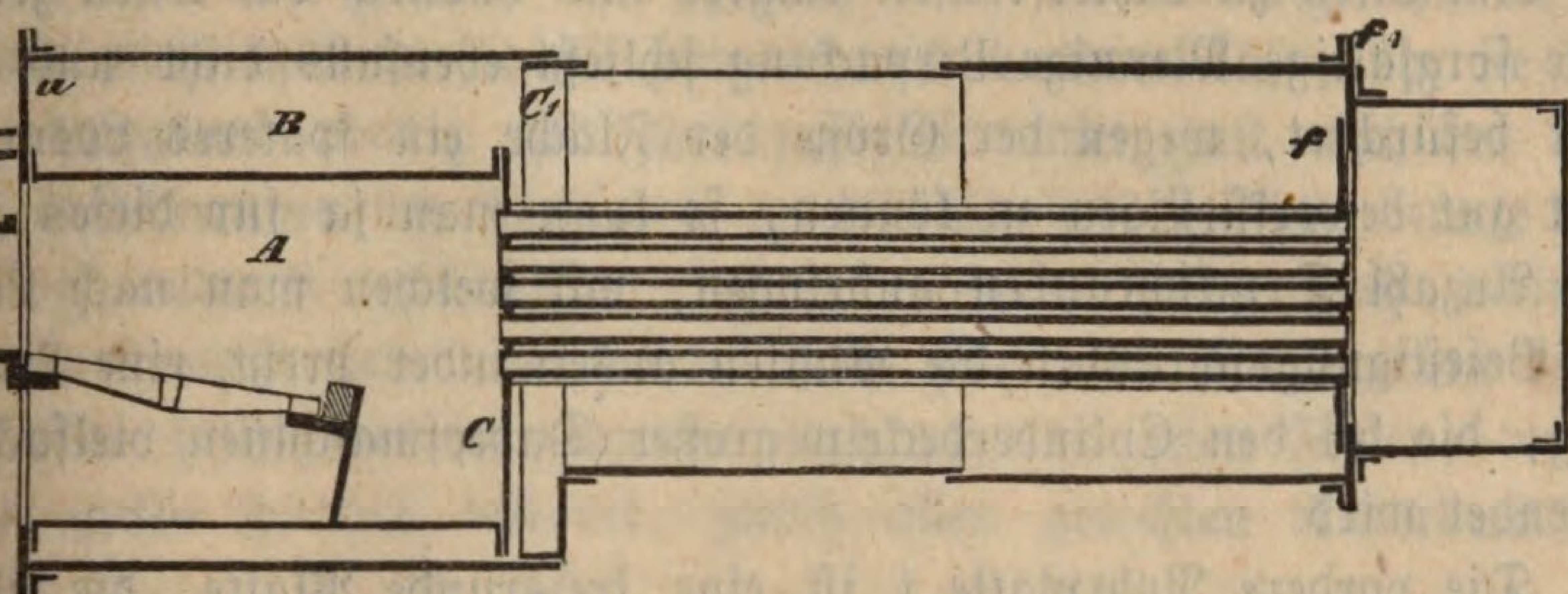


Fig. 3.

Die principielle Eigenthümlichkeit dieser Kessel besteht darin, daß sie ermöglicht, das System der Siederohre als ein Ganzes aus dem Kessel herauszuziehen und somit eine gründliche Reinigung derselben vom Kesselstein vornehmen zu können. Zu dem Ende ist die innere Feuerbüchse A ein Cylinder von kreisförmigem Querschnitt, welcher am vorderen und hinteren Ende umgebördelte Ränder hat, mit welchen die Vernietung der Rohrplatte c einestheils und der hinteren Schlußplatte a des Kessels anderntheils erfolgt. Die äußere Feuerbüchse B ist ebenfalls ein Kreiscylinder, der an seinem hinteren Ende einen Ring von Winkeleisen erhält. Hier erfolgt die Verbindung mit der hinteren Schlußplatte a durch Schraubenbolzen. Es bedarf zur Herstellung einer dampfdichten Verbindung an dieser Stelle eines Dichtungsmaterials. Herr R. Wolf verwendet hierzu (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1866 S. 738) geschlossene Ringe von vulcanisirtem Gummi mit Hanfeinlage. Dieselben haben oblongen Querschnitt von 26 mm Breite bei 10 mm Stärke. Daß hierdurch mit Leichtigkeit eine dichte Verbindung hergestellt werden kann, ist außer allem Zweifel, ob jedoch nicht beim Betriebe ein sogenanntes Fest-

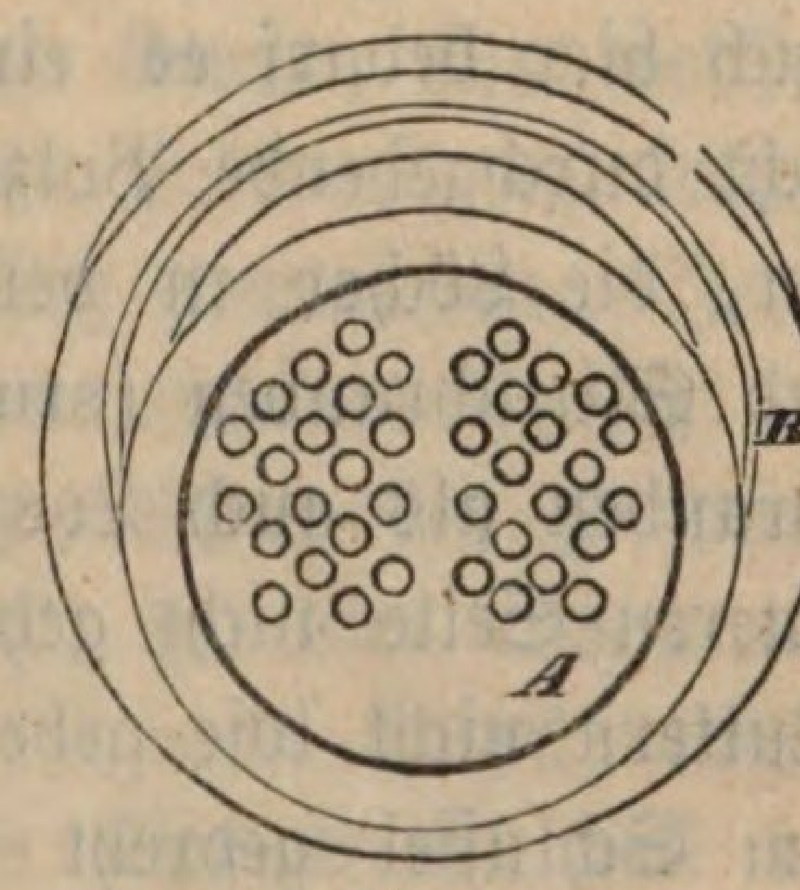


Fig. 4.

brennen dieses Ringes erfolgt, welches nicht nur das spätere Losnehmen erschwert, sondern auch das Eisen angreift, steht dahin. Gewiß ist nur, daß man von Gummi-Verpackungen, deren erste Anwendung mit Enthusiasmus begrüßt wurde, für Verbindungen, welche einem Dampfdruck ausgesetzt werden sollen, aus dem angeführten Grunde sehr zurückgekommen ist. Hauptsächlich ist es wohl dem Schwefelgehalt des vulcanisirten Gummi zuzuschreiben, welcher bei Erwärmung eine Verbindung mit dem Eisen zu Schwefeleisen eingeht und dadurch das Eisen zerstört. Eine sorgfältige Mennige-Verpackung schließt ebenfalls dicht und wenn man befürchtet, wegen der Größe der Fläche ein späteres Losnehmen nicht gut bewerkstelligen zu können, so kann man ja für diesen Zweck eine Anzahl Druckschrauben anbringen, mit welchen man nach Lösung der Befestigungsschrauben die Platten auseinander preßt, eine Vorrichtung, die bei den Cylinderdeckeln großer Dampfmaschinen vielfach angewendet wird.

Die vordere Rohrplatte f ist eine kreisrunde Platte, die an der vorderen Schlußplatte f^1 des Kessels durch Schrauben befestigt ist. Auch hier bedarf es einer dampfdichten Verpackung. Hier kann man nicht durchgehende Bolzen mit Muttern anwenden, sondern ist gezwungen, die Löcher in der vorderen Rohrplatte mit Gewinde zu versehen und Stiftschrauben (studs) hinein zu schrauben, weil sowohl beim Anschrauben als auch Losnehmen die Köpfe der Schraubenbolzen an der inneren Seite nicht gehalten werden können, daher sie sich, wenn die Muttern nicht lose gehen, ebenfalls mitdrehen, wenn die Muttern mit dem Schlüssel gedreht werden. Ein Losegehen der Muttern ist aber beim Losnehmen nicht zu erwarten, vielmehr ist nicht zu bezweifeln, daß dieselben, wenn sie nicht etwa aus Messing gefertigt werden, sicherlich mit der Zeit so fest rosten, daß sogar wohl mancher Schraubenbolzen beim Auseinandernehmen abgewürgt wird, ehe die Mutter sich rührt. Bei dieser Gelegenheit ist es nur gerecht anzuführen, daß man einer Mittheilung des Herrn R. Wolf zufolge, das Festbrennen der eisernen Muttern an dieser Stelle dadurch mit Erfolg verhüten soll, daß dieselben etwas vor den Schrauben vorstehen, statt daß wie gewöhnlich die Schraubenbolzen aus den Muttern herausragen (siehe Tafel 3, Fig. 9).

Noch besser würde es vielleicht sein, hierzu an den Enden geschlossene Muttern zu verwenden (siehe Tafel 3, Fig. 10 u. 11). Ob jedoch selbst hierdurch ein Festbrennen absolut vermieden wird, steht

dahin. Nach des Verfassers Ansicht wird es immer wünschenswerth sein, das Auseinandernehmen und Reinigen des Kessels nach nicht zu großen Zeiträumen zu wiederholen, damit das Festbrennen keinenfalls einen zu hohen Grad erreicht. Auch wird es immer nothwendig sein, diese Operation in einer Maschinenfabrik vorzunehmen, damit etwa abgebrochene Stiftschrauben heraus gebohrt und erneuert werden können. Dadurch fällt aber der Vortheil der Möglichkeit des Auseinandernehmens in allen den Fällen fast gänzlich fort, wo der Eigenthümer die Maschine nicht eher in die Maschinenfabrik wandern läßt, ehe sie sehr stark reparaturbedürftig ist. Und zwar ist dieser Fall nach des Verfassers Erfahrungen der häufigere, da hiermit stets größere directe und durch die dadurch verursachte längere Betriebsstörung auch indirecte Kosten verbunden sind. Immerhin bleibt jedoch die Construction dieser Kessel eine höchst bemerkenswerthe und wird in allen Fällen, wo sie sich in guten Händen befindet, gewiß allen gerechten Anforderungen genügen.

Es ist vielleicht die Zeit nicht fern, wo man anfangen wird, die Locomobilen für denselben hohen Dampfdruck zu bauen, für welchen man Locomotiven schon seit Jahren baut. Für hohen Druck würde die Feuerbüchse dieser Kessel nicht widerstandsfähig genug sein. Jedes weite Rohr, welches einem hohen Dampfdruck von außen ausgesetzt ist, bedarf einer besonderen Verankerung und zwar desto mehr, je weiter und länger das Rohr ist. Daß ein Dampfdruck, der von außen auf ein Rohr drückt, viel gefährlicher ist als ein innerer Druck, erhellt schon aus der einfachen Betrachtung, daß eine Abweichung von der Kreisform bei innerem Druck sich bei Zunahme des Druckes vermindern, bei äußerem Druck aber vermehren muß. Wenn ein äußerem Druck ausgesetztes Rohr erst etwas plattgedrückt ist, so muß es ganz zusammengedrückt werden, weil seine Widerstandsfähigkeit immer geringer wird, je mehr seine Form von der Kreisform abweicht. Nun kann aber ein Feuerrohr leicht theilweise platt gedrückt werden, wenn der Wasserstand so tief sinkt, daß der obere Theil desselben bloßgelegt und in Folge davon glühend oder auch nur sehr heiß wird. Wenn nun auch die Feuerbüchse A nicht sehr lang ist, so ist sie doch so weit, daß, namentlich bei hohem Dampfdruck, es gerathen erscheint, mindestens in der Mitte noch einen Ring (strengthening ring) von Winkeleisen herum zu nieten. Weil aber hierbei die umgebördelten Enden hinderlich sein würden, so würde es vorzuziehen sein, die Feuerbüchsen-Rohr-

platte oder die hintere Verschlußplatte des Kessels mit umgebördelten Flanschen zu versehen. Auch würde es genügen, statt eines vollen Ringes nur ein Segment davon anzuwenden, welcher nur den oberen Theil der Feuerbüchse verstärkt, da nur dieser obere Theil der Gefahr der Ueberhitzung ausgesetzt ist. Auf Tafel 3, Fig. 12 u. 13 sind solche Ringstücke in punctirten Linien gezeichnet. Längsanker in diesen Kesseln anzubringen, ist nicht nothwendig, weil die Siederohre, welche bei genügender Befestigung in den Rohrwänden recht wohl als Längsanker gelten können, in denselben so hoch liegen, daß weitere Anker überflüssig sind, ja kaum einmal Platz haben würden.

Ueber die Construction dieser Kessel, von der man rühmen kann, daß sie sehr einfach ist, ist im Uebrigen wenig hinzuzufügen. Die Rosten liegen mit ihrem hinteren Ende auf dem Rahmen der Feuerthüre, mit ihrem vorderen Ende auf der gußeisernen Feuerbrücke (flame bridge), welche auf der dem Feuer zugekehrten Seite mit Chamotte bekleidet ist. Es wird von Vielen als ein Vortheil dieser Construction gerühmt, daß wegen der Entfernung dieser Feuerbrücke von der hinteren Rohrplatte die Siederohre nicht so sehr durch die directe Flamme leiden, doch würde es nach unserer Ansicht erst des Beweises bedürfen, ob die Rohre in diesen Kesseln wirklich länger halten als in den Kesseln von der Locomotivform. Ein interessantes Stück Kesselarbeit bildet bei diesem Kessel die Platte c, mit ihrer doppelten, scharf rechtwinkeligen Kröpfung. Nur mit Hülfe geübter Arbeiter und vorzüglichen Materials ist es möglich, dies Stück stets fehlerfrei zu erhalten.

Mit der Biddel & Balk'schen Kesselform hat eine andere neuerdings von Adamson in England construirte Form in mancher Beziehung Aehnlichkeit, welche in den Holzschnitten Fig. 5 und 6 dargestellt ist. (Die Zeichnungen sind der Zeitschrift „Engineering" entnommen.) Hier ist die innere Feuerbüchse wie bei dem vorigen Kessel c y l i n d r i s c h und zwar wird dieselbe in der genannten Fabrik vollständig in einem Stück durch Schweißung (statt durch Nietung der Fugen) hergestellt. Auch die Längsnäthe des Kessels sind geschweißt und die runde Nath in der Mitte des Langkessels nicht vermittelst der gewöhnlichen Ueberlappungsnietung, sondern vermittelst eines außen umgelegten Laschenringes gebildet. Vordere Rohrplatte und hintere Platte der äußeren Feuerbüchse sind, wie die Figur zeigt, jede durch Blechdreiecksverankerung mit dem übrigen Kessel verbunden. Längsanker sind auch in diesem Kessel entbehrlich, weil die Siederohre auch

hier sehr hoch liegen. Den schwächsten Punct dieses Kessels bildet offenbar die dem einseitigen Dampfdruck von oben ausgesetzte Feuerbüchse. Für hohen Dampfdruck und wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß beim Betriebe wohl einmal Wassermangel eintreten kann, empfiehlt es sich, die innere Feuerbüchse mit der äußeren wenigstens im oberen Theile zu verankern.

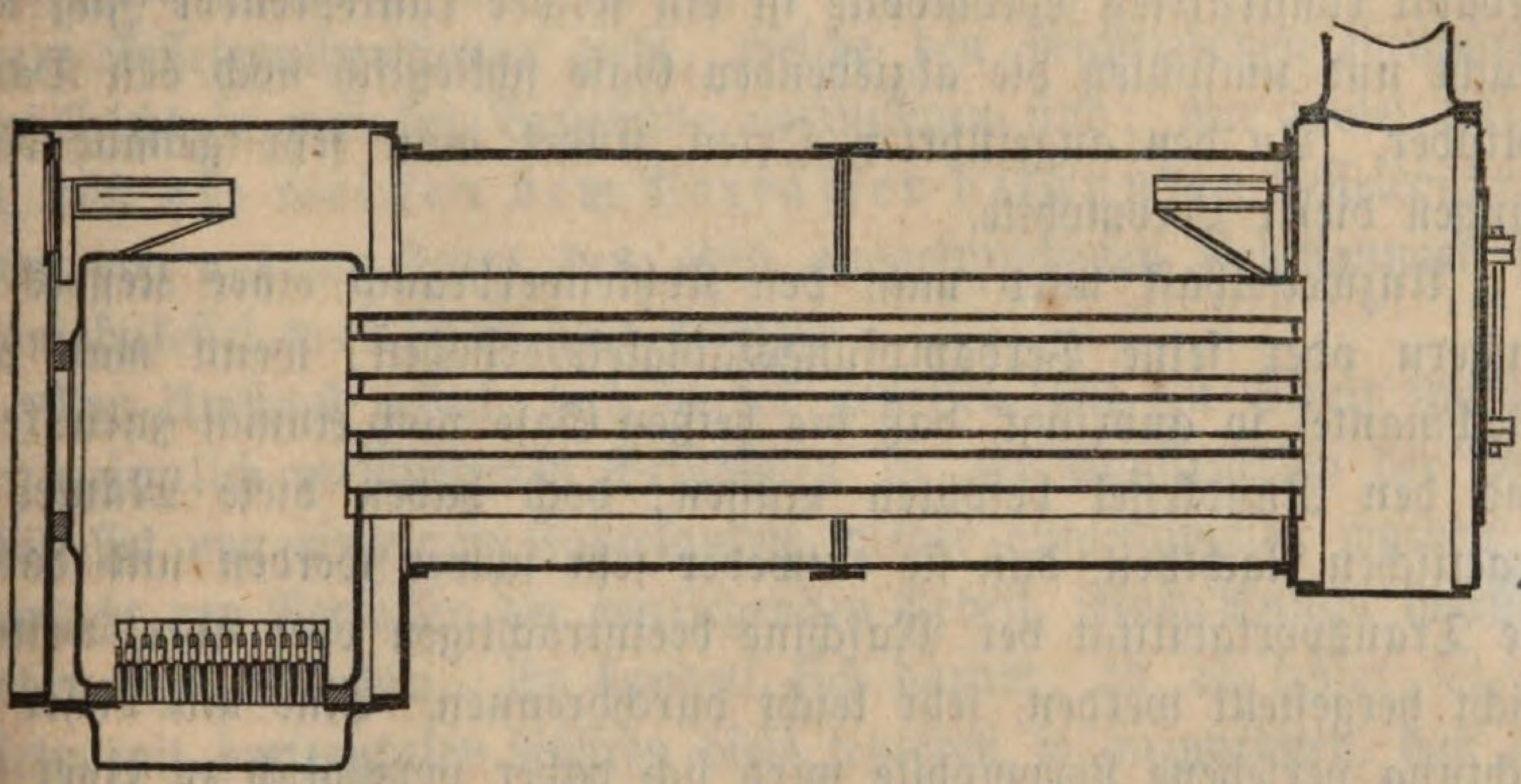


Fig. 5.

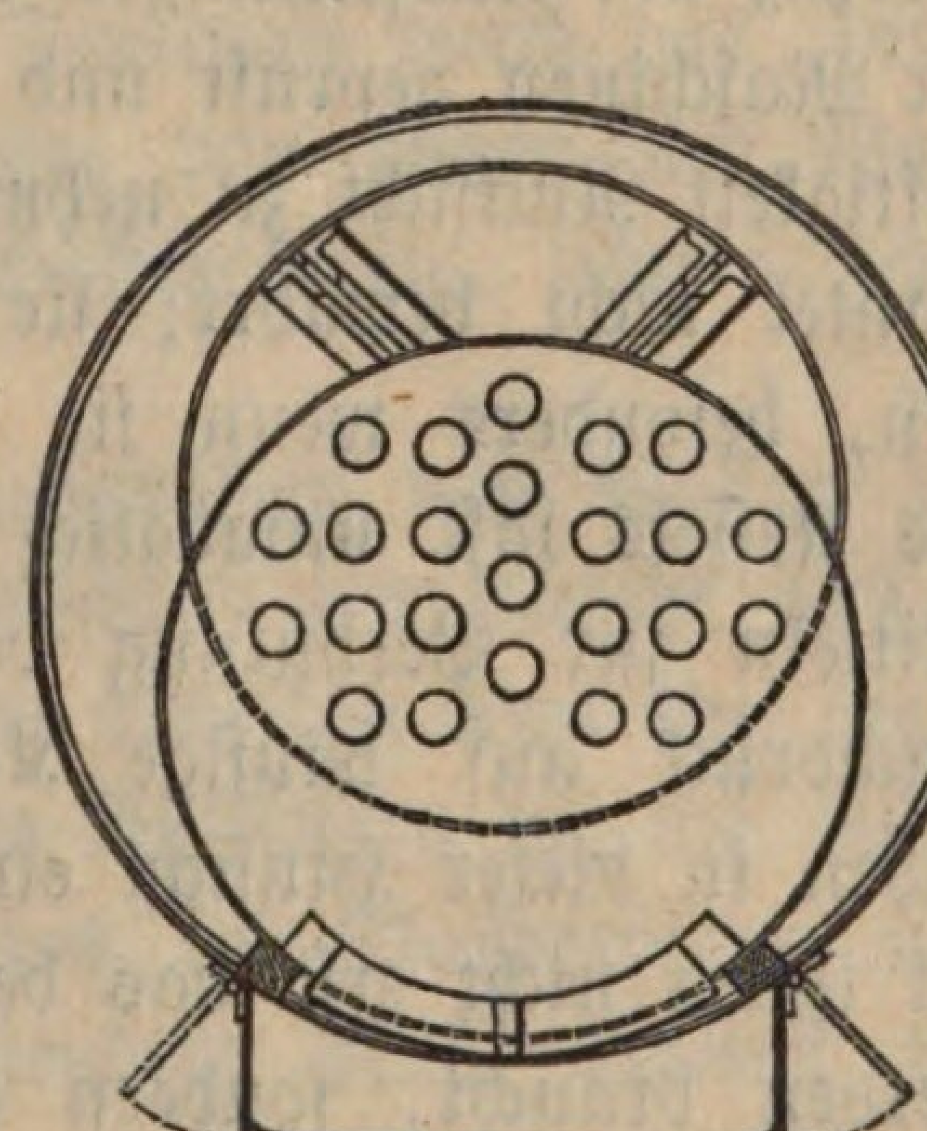


Fig. 6.

Die gekrümmten Roststäbe liegen bei diesem Kessel der Quere nach und gestatten eine leichte Reinigung von unten her, da die beiden Verschlußklappen des Aschekastens nach den Seiten zu öffnen sind.

Alles in Allem genommen, bietet dieser Kessel außer einer sehr gefälligen, eleganten Form manche Erleichterung dem Locomotivkessel gegenüber, sowohl in Bezug auf Herstellung als auch auf Reinigung beim Betriebe, namentlich weil die Stehbolzen dabei wegfallen, deren Herstellung und Vernietung einerseits mit vieler Arbeit verbunden ist und welche andererseits beim Reinigen der inneren Wände der äußeren sowohl wie der inneren Feuerbüchse im Betriebe sehr hinderlich sind. Es ist daher wohl zu erwarten, daß diese Kessel eine weitere Verbreitung finden werden.

Oft wird bei den Locomobilkesseln noch ein rückkehrender Zug (return flue) angebracht, so daß die Verbrennungsgase aus der Rauch-

kammer nicht in den Schornstein (chimney), sondern statt dessen nach unten und unter der unteren Hälfte des Kessels durch nach vorne zurückkehren und hier an beiden Seiten in die Höhe und in den nun hinten angebrachten Schornstein gehen. Bei einer in den „Hüttenzeichnungen" Jahrgang 1865 dargestellten und in dem in der Einleitung angeführten Werk von Emil Perels wiedergegebenen von Borsig in Moabit construirten Locomobile ist ein solcher rückkehrender Zug angebracht und umspülen die abziehenden Gase schließlich noch den Dampfcylinder. An den angeführten Orten findet man sehr genaue Abbildungen dieser Locomobile.

Unzweifelhaft wird man den Kohlenverbrauch eines Kessels verringern oder seine Verdampfungsfähigkeit erhöhen, wenn man einen Blechmantel so anbringt, daß die heißen Gase noch einmal zurückkehren und den Rundkessel bespülen müssen, doch haben diese Mäntel den practischen Nachtheil, daß sie entweder sehr schwer werden und dadurch die Transportabilität der Maschine beeinträchtigen oder aber, wenn sie leicht hergestellt werden, sehr leicht durchbrennen. Eine mit dieser Einrichtung versehene Locomobile wird sich daher vorzüglich zu einer Concurrenz auf Ausstellungen eignen, auf welchen nur auf Kohlenverbrauch der Maschinen geprüft und danach prämiirt wird, ohne auf die Dauerhaftigkeit Rücksicht zu nehmen. In der Praxis haben sich diese Blechmäntel nicht bewährt; sie haben auch namentlich noch den Nachtheil, daß, besonders wenn sie mit Nieten befestigt sind, sie eine Revision des Kessels fast unmöglich machen. Neuerdings legt man unter den Mitteln zur Verhütung von Dampfkesselexplosionen mit Recht allen Nachdruck auf häufige Kesselrevisionen. Die transportablen Kessel haben in dieser Hinsicht einen großen Vorzug vor den stationären, da bei ihnen nicht erst das bei jenen vorhandene Mauerwerk entfernt zu werden braucht, sondern in den meisten Fällen nur eine verhältnißmäßig leicht zu entfernende Verkleidung, um den Kessel bloszulegen. Und entblößt werden muß ein Dampfkessel unter allen Umständen *gänzlich* zum Zweck einer Revision oder gar einer Wasserdruckprobe; einen irgendwie verkleideten, namentlich älteren Kessel mit Wasserdruck zu prüfen, hat gar keinen Sinn, weil man dann die sich ergebenden Mängel nicht sehen kann. Wo es daher darauf ankommt, Kohlen zu sparen selbst auf Kosten der leichten Transportabilität, da gebe man dem betreffenden Kessel lieber etwas mehr Heizfläche in den Siederohren, als daß man einen rückkehrenden Zug der beschriebenen Art anordnet.

Wie schon am Beginn dieses Capitels gesagt wurde, ist die Construction der Locomobilkessel sehr mannigfaltig. Eine vergleichende Uebersicht mehrerer französischer Constructionen findet man im „Engineering“ Jahrgang 1868, S. 424. Auch die oben angegebenen Literaturquellen geben viele Zeichnungen. Es mag hier die Beschreibung der obigen Kesselformen genügen, zumal es Hauptrepräsentanten der Locomobilkessel sind. Es sei jedoch ferne, zu behaupten, daß es nicht andere Kesselconstructionen giebt, welche den beschriebenen ebenbürtig, ja vielleicht in mancher Beziehung vorzuziehen sind; nur soviel sei gesagt, daß die meisten dem Verfasser bekannten Kesselconstructionen von anderer Form den oben ausgesprochenen Bedingungen für Locomobilkessel weniger gut genügen.

Der Umstand jedoch, daß in der neuesten Zeit ein Streit zwischen zwei wesentlich verschiedenen Principien in der Construction der Locomobilkessel von einzelnen Fabrikanten wieder aufgenommen worden ist, veranlaßt den Verfasser der vorliegenden Arbeit, seiner Ansicht hierüber Ausdruck zu verleihen. Es handelt sich darum, ob es besser sei, in Kesseln mit horizontalen Röhren diese letzteren so anzuordnen, daß dieselben im Inneren Wasser enthalten und außen vom Feuer bespült werden oder ob es vortheilhafter sei, die Feuergase durch das Innere der Rohre zu leiten und folglich die Rohre von außen mit Wasser zu umgeben. Erstere Rohre sollen kurz Wasserröhren, letztere Feuerröhren heißen.

Was zunächst die Wirksamkeit der Heizflächen von Wasser- und Feuerröhren anbetrifft, so ist Verfasser entschieden der Ansicht, daß die letzteren deßhalb den Vorzug verdienen, weil dieselben stets eine freiere Dampfentwickelung, d. h. ein ungehindertes Aufsteigen der sich bildenden Dampfblasen gestatten, während solches bei Wasserröhren selbst durch die sinnreichsten Mittel nicht in gleichem Maße erreicht werden kann.

Ein zweiter wichtiger Punct, der hier zu berücksichtigen ist, liegt in der Möglichkeit der Reinigung der Rohre. Hier muß man sich nun zunächst vergegenwärtigen, daß jedes Rohr in einem Dampfkessel beim Betriebe einer doppelten Reinigung bedarf, nämlich der Reinigung der feuerberührten Fläche vom Ruß, Flugasche u. drgl. und der wasserberührten Fläche vom Kesselstein. Nun ist bei einer Menge in kleinem Abstande von einander befindlichen Röhren die innere Fläche des Rohres stets leichter zu reinigen, als die äußere, weil die benachbarten Röhren

den Zugang eines einzelnen Rohres von außen hindern. Daher leuchtet ein, daß Wasserröhren, vorausgesetzt, daß in der Außenwand des betreffenden Kessels Oeffnungen hierzu vorhanden sind, leichter und gründlicher vom Kesselstein, Feuerröhren dagegen, welche von den Enden her durch die Thür der Rauchbüchse ohne Weiteres zugänglich sind, leichter vom Ruß zu reinigen sind.

Wenn man nun bedenkt, daß die Rußbekleidung eines Rohres mitunter schon in wenigen Stunden, jedenfalls aber im Laufe eines Arbeitstages Dimensionen annimmt, welche für diejenigen Partheieen, welche nicht mehr der Wärmestrahlung oder, gewöhnlich gesprochen, der directen Hitze ausgesetzt sind, die Dampfproduction auf das Empfindlichste beeinflußt, daß dagegen die Kesselsteinbekleidung eines Rohres bei reinem, gutem Speisewasser höchst unbedeutend ist, aber selbst bei weniger gutem Speisewasser, wie man auf dem Lande oft zu nehmen gezwungen ist, wenn nur der Abblasehahn beim Betriebe fleißig benutzt wird, frühestens nach 8 bis 14 Tagen für die Dampfproduction merklich schädlich zu wirken beginnt, so muß man zugeben, daß es richtiger ist, die Reinigung vom Ruß, welche täglich vorgenommen werden soll, zu erleichtern, als die Reinigung vom Kesselstein, welche schlimmsten Falles alle acht Tage, oft nur alle 4--6 Wochen geschehen muß.

Schließlich ist auch noch zu berücksichtigen, daß die Reinigung der Wasserröhren vom Kesselstein, wenngleich ohne Weiteres zugegeben werden muß, daß sie in gründlicherer Weise möglich ist als bei den Feuerröhren, doch in der Praxis nicht unbedeutende Arbeit namentlich durch das Oeffnen und nachherige Dichten der Reinigungsluken macht, so daß selbst der Vortheil, der den Wasserröhren in Bezug hierauf in der Praxis verbleibt, ein außerordentlich geringer ist. Verfasser zieht aus diesen Gründen die Feuerröhren den Wasserröhren vor.

Eine große Mannigfaltigkeit herrscht auch bei der Construction der Kessel für die transportablen Dampfmaschinen. Es wird hierbei davon abgesehen, daß vielfältig Locomobilkessel einfach mit eisernen Füßen versehen werden für Zwecke, wo sie voraussichtlich längere Zeit an einer und derselben Stelle gebraucht werden sollen, statt wie sonst mit einem fahrbaren Untergestell angefertigt zu werden. Die sogenannten stehenden Dampfkessel (vertical boilers) sind es, welche hier hauptsächlich in Betracht kommen. Eine Uebersicht von Constructionen dieser stehenden Kessel findet man in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Jahrgang 1867, S. 589.

Diese verticalen Dampfkessel haben den entschiedenen Vorzug der Raumersparniß und überhaupt große Erleichterungen bei der Anlage gegenüber den einzumauernden Dampfkesseln. Außerdem gestatten sie eine viel leichtere Revision in allen ihren Theilen, welche daher fast ohne alle Betriebsstörung vorgenommen werden kann. Bei der neuerdings den noch immer vielfach auftretenden Kesselexplosionen gegenüber vorherrschenden Tendenz, das Revisionswesen für Dampfkessel so zu gestalten, daß eine größere Sicherheit in dem Betriebe derselben erzielt werde, ist dieser Punkt gewiß zu berücksichtigen.

Dagegen sind viele Constructionen verticaler Kessel im höchsten Grade unvortheilhaft in Bezug auf Kohlenverbrauch und außerdem wenig dauerhaft. Namentlich alle diejenigen Constructionen, bei welchen die Feuercanäle, nachdem sie in Röhrenform den Wasserraum passirt haben, durch den Dampfraum geleitet werden, haben in der Praxis nur eine kurze Dauer gezeigt.

Der verticale Kessel mit Field'schen Röhren, den die Holzschnitte Figur 7 im Horizontalschnitt, Figur 8 im Verticalschnitt darstellen, besitzt den Uebelstand eines großen Kohlenverbrauches nicht. Wie die Dauerhaftigkeit dieser Kessel ist, namentlich der Röhren selbst, darüber wird eine weiter unten näher bezeichnete Arbeit des westphälischen Bezirks des Vereins deutscher Ingenieure hoffentlich recht gründliche und günstige Auskunft geben. Verfasser verdankt die Zeichnungen dieses Kessels der Freundlichkeit der Firma M. Webers in Berlin, deren wohlbekannte Fabrik diese Kessel seit einigen Jahren mit gutem Erfolg in Größen von einer bis zwölf Pferdestärken liefert.

Der Kesselkörper K ist, wie man aus dieser Zeichnung sieht, ein vertical stehender Kreiscylinder mit flach gewölbter Decke. In diesen Cylinder ist die ebenfalls cylindrische Feuerbüchse (cylindrical fire box) von unten her eingeschoben, so daß gleichmäßig rings herum eine Distanz zwischen derselben und dem Hauptkessel für Aufnahme des Wassers verbleibt. Die Feuerbüchse ist durch eine Zwischenwand von feuerfesten Steinen (feather made of fire bricks), welche nicht bis oben zur Decke derselben hinaufreicht, in zwei Abtheilungen geschieden, in deren einer, der größeren, das Feuer auf dem Roste brennt und die Feuergase ihren Weg nach oben nehmen, in deren anderer die Feuergase nach unten in den Fuchs (flue to chimney) zu gehen gezwungen sind. Dadurch ist ein Hindurchgehen der Feuergase in Canälen durch den Dampfraum vermieden. Freilich verlangt der Kessel etwas Fundament-

mauerwerk, doch keinerlei Mauerwerk, welches die Revision des Kessels erschwert. Die Aufstellung des Kessels ist zum mindesten viel einfacher als die von stationären Dampfkesseln.

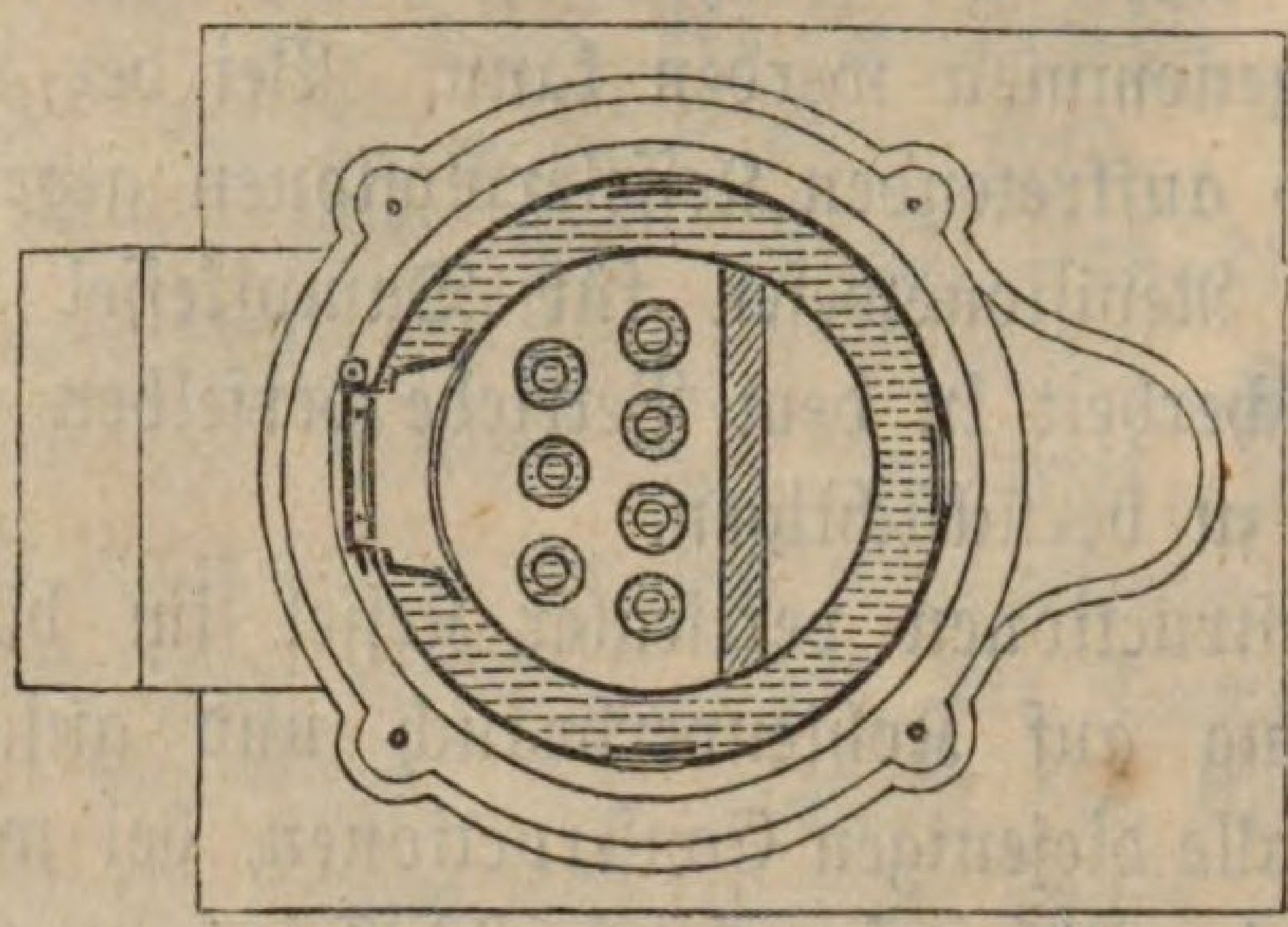


Fig. 7.

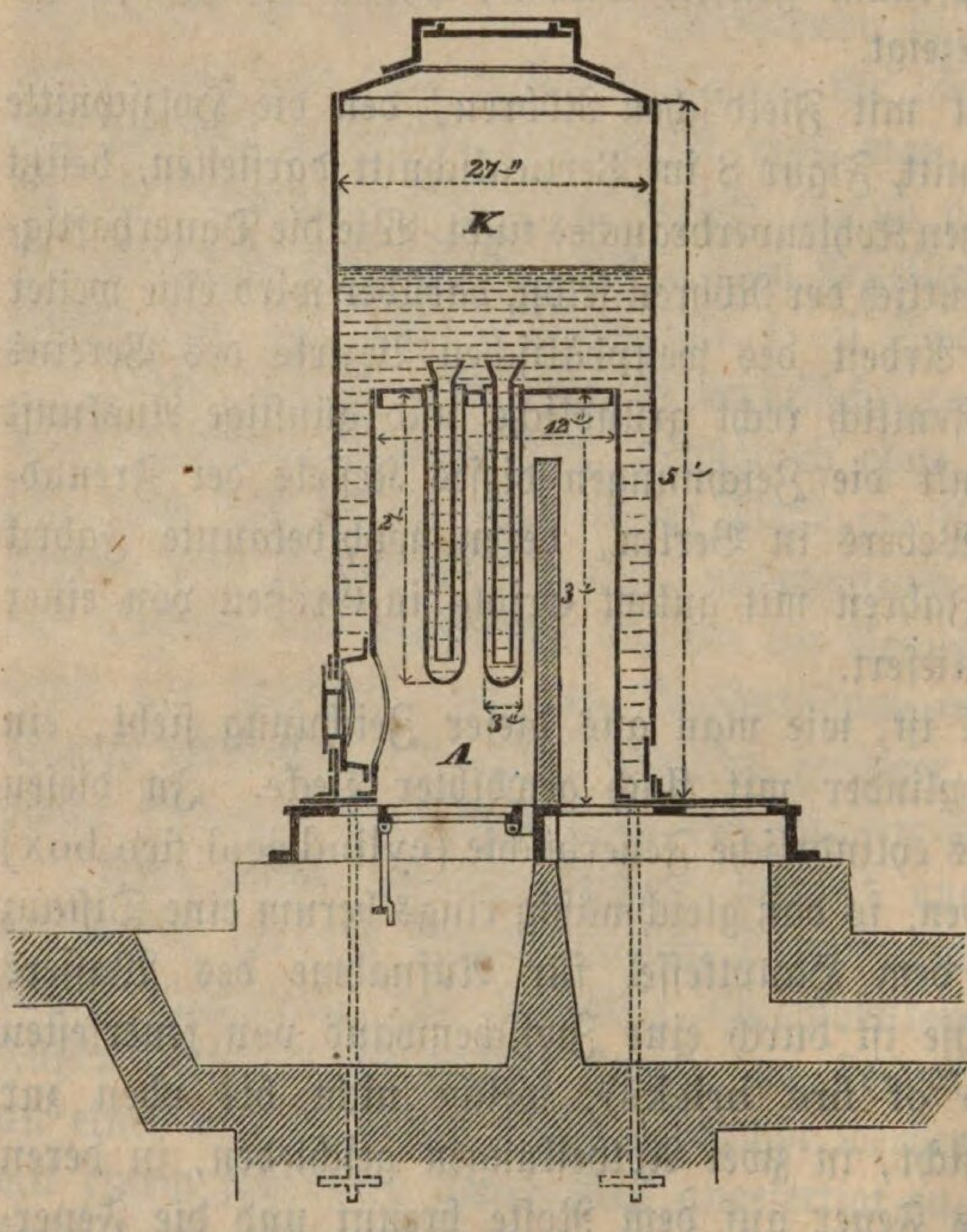


Fig. 8.

Man sieht in den Holzschnitten 7 und 8 die Art der Anbringung der Field'schen Röhren (Field tubes), welche den Namen von dem englischen Erfinder dieser Röhren haben, sehr deutlich. Es sind Rohre von 3" rheinl. (78 mm) Durchmesser, welche oben offen, unten geschlossen sind. Mit dem oberen offenen Ende sind sie in der Decke der Feuerbüchse befestigt und hängen von da senkrecht in den Feuerraum hinein. Um die Circulation des Wassers in diesen Röhren zu befördern und dadurch die Ablagerung des Kesselsteins möglichst zu verhindern, sind von oben herab in diese Rohre wieder Röhren von kleinerem Durchmesser eingehängt, wie ebenfalls aus der Zeichnung ersichtlich. Diese letzteren gehen nicht ganz bis auf den Boden der größeren Röhren und führen daher in der Mitte kälteres Wasser von oben herab zu, wenn das an den Wandungen des äußeren Rohres erhitzte Wasser

in dem ringförmigen Zwischenraum zwischen beiden Röhren in die Höhe steigt.

Die hierdurch bewirkte Circulation des Wassers in diesen Röhren ist eine überaus lebhafte und soll den Ansatz von Kesselstein in denselben gänzlich verhindern. Man will beobachtet haben, daß selbst schwere Körper, Schrotkörner und dergl. durch die Geschwindigkeit des Wassers vom Boden der Röhren mit heraufgerissen sind. Leider herrscht bis jetzt in der Literatur eine große Lücke in Betreff der Veröffentlichung practischer Betriebsresultate von Kesseln dieser Construction. Es hat daher kürzlich der westphälische Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure sich die Aufgabe gestellt, diese Lücke auszufüllen und durch Angaben über möglichst viele Kessel dieser Construction, die in practischem Betriebe befindlich sind, diese Frage entscheidend zu beantworten. Zu dem Ende sind Circulare an alle Vorsitzende der verschiedenen Bezirksvereine sowohl als auch an viele, keinem besonderen Bezirk angehörige Civil-Ingenieure gesandt, worin über das Wissenswerthe in Gestalt bestimmter Fragen Auskunft zu geben gebeten wird. Seiner Zeit sollen die Resultate dieser Erkundigungen in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure bekannt gemacht werden.

Daß diese Field'schen Röhren eine überaus wirksame Heizfläche besitzen müssen, geht schon daraus hervor, daß, wie bemerkt, eine sehr vollkommene Circulation des Wassers in denselben stattfindet. Dasselbe ist aber auch practisch nachgewiesen durch den Umstand, daß diese Kessel ein ungemein rasches Anheizen ermöglichen. Dies ist der Grund, weshalb sie bei Dampffeuerspritzen zuerst Anwendung gefunden haben. Bei diesen kommt es offenbar besonders darauf an, schnell Dampf erzeugen zu können, während der Kohlenverbrauch gar keine Rolle dabei spielt. Hierin ist wirklich Erstaunliches geleistet, so daß nach mitgetheilten Versuchen Dampf von 100 Pfund Spannung pro Quadratzoll (7 Kilogramm pro Quadratcentimeter) in 7 bis 8 Minuten vom Augenblick des Anheizens an gerechnet erzeugt worden ist, während der Kessel vorher kaltes Wasser enthalten. Doch das nur beiläufig. Es ist schon oben darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit eines schnellen Anheizens für jede Dampfmaschine ein Vortheil ist, der namentlich da hervortritt, wo die Maschine nicht unausgesetzt in Betrieb ist, wie das bei Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen häufig der Fall ist.

Wenn die Forschungen des westphälischen Bezirksvereins deutscher Ingenieure, deren Veröffentlichung wir mit dem größten Interesse ent-

gegensehen, ergeben, daß die Kessel mit Field'schen Röhren auch dauernd in der Praxis günstige Resultate liefern, namentlich in Bezug auf die Haltbarkeit der Röhren gegen das Durchbrennen derselben, so kann dieser Classe von Kesseln eine bedeutende Zukunft prophezeit werden.

Die Fabrikation der Locomobilkessel.

Es liegt uns nun ob, die Fabrikation der Kessel näher zu besprechen.

Bei der Fabrikation der Kessel kommen in Betracht: das Material, aus dem sie gefertigt werden, und die einzelnen Arbeiten, welche erforderlich sind, um aus dem rohen Material den fertigen Kessel herzustellen; an die Beschreibung der letzteren knüpft sich naturgemäß die Beschreibung der bei der Kesselfabrikation zur Verwendung kommenden Werkzeuge, Maschinen und sonstigen Hülfsmittel.

Was das bei der Kesselfabrikation verwandte Material anbetrifft, so besteht dasselbe bei dem jetzigen Stande der Fabrikation fast ausschließlich aus Schmiedeeisen. Auch die Sioderöhren, welche früher vielfach aus Messing gefertigt wurden, sind jetzt allgemein von Schmiedeeisen.

Da es wünschenswerth ist, mit den Blechstärken bei dem Bau der Locomobilkessel auf dem geringsten Maß stehen zu bleiben, um die Kessel nicht zu schwer zu machen, da aber auch eine große Festigkeit von den Locomobilkesseln verlangt werden muß, so darf man nur sehr gutes Material zu den Kesseln verwenden. Namentlich die Feuerbüchse muß aus Blech erster Qualität gefertigt sein, während man für den Kesselkörper, wenn auch nicht allererste Qualität, so doch noch immer sehr gutes Blech nehmen muß. In der Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. in Lincoln wird zu den Feuerbüchsen „best Low-moor" genommen, Alles übrige wird aus „Butterley B. B. B.", eine sehr gute Qualität Blech, gefertigt.

Ein Material, welches zur Kesselfabrikation tauglich sein soll, muß einmal möglichst große Festigkeit besitzen, dann aber auch große Dehnbarkeit (tensibility) oder Bildsamkeit. Die Fugen eines Dampfkessels können nur, wie wir später sehen werden, durch Verstemmen völlig dicht hergestellt werden. Es ist daher ein Haupterforderniß des Kesselbleches, daß es dies Verstemmen vollständig und leicht zuläßt. Die ersten Versuche, welche man mit Stahlblech behufs Anfertigung von Dampfkesseln gemacht hat, sind an dem Mangel der Bildsamkeit dieses

Materials gescheitert; man konnte die Fugen schlechterdings nicht dicht erhalten. In der neueren Zeit, wo die Stahlfabrikation einen so ungeheuren Aufschwung genommen hat — wir erinnern nur an das Bessemerverfahren — ist es bereits vielfältig gelungen, gute sogenannte Stahlkessel herzustellen. Das Material, welches man hierzu nimmt, ist jedoch nicht Stahl in dem Sinne, wie man diesen Namen früher ausschließlich genommen hat, es ist nicht der Stahl von vorzüglicher Härtefähigkeit, wie er zu der Herstellung von Stahlwerkzeugen tauglich ist, sondern ein Material, welches zwar vermöge seines Procentgehaltes an Kohlenstoff eine größere Festigkeit als Eisen, dabei annähernd dieselbe Weichheit und Bildsamkeit desselben, jedoch nicht die hohe Härtefähigkeit des Stahles besitzt. Der Name Feinkorneisen oder stahlartiges Eisen möchte daher bezeichnender sein. Von einem so bestimmten Unterschiede zwischen Stahl und Eisen, wie früher, kann heutzutage nicht mehr die Rede sein, es ist oft sehr schwer zu sagen, ob ein Material den Namen Eisen oder Stahl verdiene. Sobald nun die Praxis unleugbar bestätigt hat, daß irgend ein solches stahlartiges Eisen oder eisenartiger Stahl oder kurzweg weicher Stahl (mild steel) in großen, beliebigen Quantitäten billig und in unveränderter Qualität hergestellt werden kann und daß die daraus gefertigten Kessel im Betriebe, namentlich in Bezug auf die Dichtheit der Fugen keinerlei Nachtheile gegenüber den aus Schmiedeeisen gefertigten besitzen, ist es keinen Augenblick zu bezweifeln, daß das Schmiedeeisen der Locomobilkessel ganz allgemein diesem besseren Material weichen wird. Denn die dadurch zu erzielende Gewichtsverminderung ist eine ganz beträchtliche, sie kann nach vielen übereinstimmenden Angaben auf 30 Procent angenommen werden. Augenblicklich ist die Zahl der aus Schmiedeeisen angefertigten Kessel die bei weitem überwiegende und die Herstellung von Stahlkesseln nur versuchsweise anzurathen. Erwähnt zu werden verdient, daß nach englischen Berichten die Firma Allchin & Son, Northampton für ihre Locomobilen Stahlkessel fertigt.

Die bei der Fabrikation von Locomobilkesseln vorkommenden Arbeiten sind:

1. Das Herstellen der Nietfugen (making the rivet-joints), welches wieder in mehrere einzelne Arbeiten zerfällt.

2. Das Umbördeln oder Umbiegen, Flanschen (flanging) der Bleche.

3. Das Biegen (bending) der Platten zur Cylinderform.

4. Das Herstellen gewölbter Platten (chells).

5. Die Anbringung der Verankerung im Innern der Kessel (fastening the stays).

6. Das Herstellen größerer und kleinerer Oeffnungen in den Kesseln, als: Mannlöcher (manhole), Schmutzlöcher (mudhole) u. s. w.

7. Das Einziehen der Stehbolzen (bei den Kesseln von der Locomotivform) (putting in the stay-bolts).

8. Das Einsetzen und Dichten der Siederohre (putting in and tightening the boiling tubes).

9. Das Verstemmen (caulking) der Nietfugen.

Die ferneren Arbeiten, welche den Kessel betreffen: Anbringung der Armatur auf dem Kessel, Verpacken des Mannloches und der Reinigungslöcher, das Verkleiden und Lackiren desselben, werden weiter unten beschrieben werden.

1. Die Herstellung der Nietfugen (rivetting).

An die Nietfugen der Dampfkessel macht man den doppelten Anspruch, daß dieselben dicht und gleichzeitig fest hergestellt werden.

Man unterscheidet folgende verschiedene Arten von Nietverbindungen:

a. Die einfache oder einreihige gewöhnliche Nietverbindung (single rivetted lap joint). Bei derselben greifen die zu verbindenden Bleche übereinander und die Nieten bilden eine Reihe.

b. Die doppelte oder zweireihige gewöhnliche Nietverbindung (double rivetted lap joint). Bei derselben greifen die zu verbindenden Bleche ebenfalls übereinander, aber um so viel mehr, als bei der vorigen Art, daß die Nieten in zwei Reihen angeordnet werden können. Diese Nietverbindung ist fast um die Hälfte fester als die einfache Nietverbindung.

c. Die einfache Laschennietung (single rivetted butt joint with covering strip). Bei derselben stoßen die zu verbindenden Bleche stumpf gegen einander und die Verbindung geschieht durch einen darüber gelegten Streifen, die Lasche, von gleicher Dicke wie das Kesselblech.

d. Die doppelte Laschennietung (double rivetted butt joint with covering strip). Wie die vorige, nur ist die Lasche so viel breiter, daß auf jeder Seite der Fuge zwei Nietreihen Platz finden.

e. Die Kettennietverbindung (butt joint with bothsides covering strips). Bei dieser Art der Nietung sind zwei Laschen von je der halben Blechdicke über die Fuge gelegt, wobei die Vernietung in der Regel nur durch eine Nietreihe auf jeder Seite der Fuge geschieht.

Eine sechste Variation kann man dadurch bilden, daß man bei dieser Nietverbindung wie bei der doppelten Laschennietung vier Nietreihen anordnet.

Von diesen Nietungen wird beim Bau von Locomobilen bis jetzt fast ausschließlich die erste Art angewandt. Man wird jedoch zu der doppelten Nietverbindung und der Laschennietverbindung greifen müssen, sobald man die Locomobilkessel für bedeutend höheren Druck zu bauen anfangen wird, welches Letztere lediglich eine Frage der Zeit ist. Nach des Verfassers Ansicht wird der für die Locomobilen gebräuchliche Dampfdruck allmählig höher und höher genommen werden, ganz genau in der Weise, wie man bei den Locomotiven ebenfalls verfahren ist. Bei letzteren ist man nun auf einen Dampfdruck von 140 Pfund pro Quadratzoll oder ca. 10 Kilogramm pro Quadratcentimeter angelangt, während man für Locomobilen noch meistens nur halb so viel und darunter verwendet. Es kann daher recht wohl die Locomotive in vielen Puncten die Lehrmeisterin der Locomobile sein und es kann nur nützlich sein, recht oft Parallelen zwischen Beiden zu ziehen. Bei den Locomotiven nun gilt es jetzt für die beste Praxis, die runden Nietfugen oder Querfugen (cross seams, circular seams) vermittelst der doppelten gewöhnlichen Nietverbindung (double rivetted lap joint) (wie unter b) herzustellen und die Längs-Näthe (longitudinal seams) vermittelst der Kettennietverbindung (e). Die Laschen- und Kettennietung haben bei runden Kesseln für diejenigen Fugen, welche der Längenachse des Kessels parallel laufen, den Vortheil, daß man nicht gezwungen ist, von der Kreisform abzuweichen. Man hat das Entstehen von Rostfurchen bei gewöhnlichen Längennäthen im Innern von Kesseln dem Biegungsbestreben der Platten zugeschrieben, welches der Dampfdruck in Folge der Abweichung von der Kreisform hervorruft, oder richtiger dem wirklichen Hin- und Her-Biegen, welches hier erfolgen muß, je nachdem Dampfdruck im Kessel ist oder nicht. Je stärker der Dampfdruck wird und je stärker mithin das Kesselblech, desto mehr tritt dieser Uebelstand hervor. Wenn dies in der That der einzige Grund zu der obigen vielfach beobachteten Erscheinung ist, so kann

man durch Anwendung einer der Nietverbindungen unter 3 bis 5 diesem Uebelstand erfolgreich begegnen. Gewiß ist jedoch auch, daß man diese Rostfurchen (furrows), welche die Festigkeit eines Kessels in so hohem Grade beeinträchtigen, am häufigsten da gefunden hat, wo die Nietfugen in der Höhe des ungefähren mittleren Wasserstandes liegen, so daß sie bald vom Wasser bedeckt sind, bald wieder frei liegen. Man achte also bei der Anordnung der Nietnäthe darauf, daß dieser Fall nicht eintritt.

Die erste zur Herstellung einer Nietung erforderliche Operation ist die Herstellung der Nietlöcher (rivet holes). Dieselbe geschieht entweder durch Lochen oder durch Bohren. Die erste Methode ist die wohlfeilste, man darf sie jedoch nicht ausschließlich anwenden. Zum Zweck des Lochens (punching) werden die Löcher zuvor im richtigen Abstande von dem Blechrande wie unter einander vorgezeichnet (set out). Nennt man den Durchmesser des Nietbolzens d, so wird bei der einfachen, gewöhnlichen Nietung:

der Abstand vom Blechrande 1,7 d,

der Abstand der Löchermitten unter einander 2 d + 12 mm

genommen. Das genaue Lochen an den vorgezeichneten Puncten hat seine Schwierigkeiten und erfordert geübte und sorgsame Arbeiter. Trotz aller Geschicklichkeit und Sorgfalt aber ist es doch nicht zu vermeiden, daß hier und da eine kleine Ungenauigkeit sich einschleicht. Man hat daher Lochmaschinen (punching machines) construirt, welche auch das Vorschieben des Bleches selbstthätig vornehmen. Eine solche Lochmaschine ist in der Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. im Gebrauch. Wo eine solche automatische Lochmaschine (automatic punching press) nicht vorhanden ist, da gilt als Regel für gute Kesselarbeit, von den beiden Löcherreihen, welche beim Nieten auf einander passen müssen, nur eine zu lochen. Die Reihe der Löcher in der anderen Platte wird dann nach der gelochten Reihe vorgezeichnet, nachdem die Platten gebogen und provisorisch in die richtige Lage gebracht sind und dann entweder gebohrt oder auch mit der Handlochmaschine (hand punching machine) gelocht, bei welcher letzteren man ebenfalls genau die vorgezeichnete Stelle innehalten kann. Namentlich die hydraulischen Lochmaschinen (hydraulic punching machines) finden neuerdings in den Kesselschmieden (boiler shops) vielfach Anwendung und gewähren große Bequemlichkeit beim Gebrauch. Eine solche hydraulische Lochmaschine, wie sie von der bekannten Firma

Tangye Brothers in Birmingham gefertigt wird, ist auf Tafel 3 Fig. 7 und 8 dargestellt. Die Zeichnungen sind dem Prospect der genannten Fabrik entnommen.

Es bedarf nur weniger beschreibender Worte, um das Princip und die Wirkungsweise dieser Maschinen deutlich zu machen.

Das Wasserreservoir a wird stets annähernd mit Wasser gefüllt erhalten. In demselben befindet sich die Druckpumpe. Das Reservoir selbst ist von Gußeisen; es hat keinen Wasserdruck auszuhalten. In der Zeichnung bedeutet d den kleinen Pumpencylinder (pump), c den Pumpenkolben (pump plunger), welcher durchbohrt ist, das Saugeventil (suction valve, inlet valve) v′ enthält und die Eintrittsöffnung (inlet hole) e, welche mit feinem Drathnetz bedeckt ist, damit keine Unreinigkeiten an die Ventile gelangen können. Das Druckventil (outlet valve) v″ sitzt im kleinen Pumpencylinder d; beide Ventile werden durch Spiralfedern angedrückt. Wird der Pumpenhebel (working lever) B auf und nieder bewegt, so wird der kleine Pumpenkolben durch den kurzen Hebelarm b, der in den viereckigen Rahmen des kleinen Kolbens faßt, mitbewegt, das Wasser gelangt in den großen Cylinder (cylinder) f und drückt den großen Kolben (ram) h abwärts. In dem großen Kolben ist direct der Lochstempel (punch) befestigt. Sobald dieser Stempel beim Lochen durch das Blech hindurch gedrückt ist, wird die bis dahin festgeschraubte Verschlußschraube k gelöst und der große Kolben durch Herunterdrücken des Hebels l gehoben, wobei das Blech durch die beiden Knaggen n gehalten wird, so daß sich der Lochstempel herauszieht.

Sehr gut ist die Idee, den Deckel für das Reservoir an der unteren Seite mit einer Aushöhlung zu versehen, welche beim Aufschrauben des Deckels mit Luft erfüllt bleibt, so daß man nicht zu befürchten hat, daß das Reservoir zersprengt wird, was geschehen müßte, so bald der Deckel direct auf die mit Wasser ganz gefüllte Maschine aufgeschraubt würde.

Will man diese Maschinen im Winter im Freien benützen, so muß man sie mit einer nicht leicht frierenden Flüssigkeit, z. B. Glycerin, Weingeist od. drgl., füllen.

Der einzige Umstand, der die Anwendung dieser sehr hübschen und handlichen Maschinen zu einer beschränkten macht, ist, daß dieselben nur wenig Ausladung haben; es können keine Löcher weiter als

ca. 65 ^{mm} vom Blechrande entfernt damit gelocht werden. Für Kesselarbeit ist dies jedoch in den meisten Fällen genügend.

Wenn die Nietlöcher hergestellt sind, so muß jedes Loch an derjenigen Seite, an welcher der Nietkopf seine Stelle findet, ein wenig versenkt (countersunk) werden, das heißt nur so viel, daß demselben die scharfe Kante genommen wird. Bekanntlich tritt ein Abreißen prismatischer oder cylindrischer Körper, welche auf Zug beansprucht werden, mit großer Leichtigkeit da ein, wo eine plötzliche Veränderung des Querschnittes eintritt, man hat daher zu befürchten, daß die Nietköpfe abspringen, wenn man dem Loch die scharfe Kante läßt. Denn jede Niete ist an sich auf Zug beansprucht dadurch, daß der eine Kopf gebildet ist, als dieselbe rothwarm war. Die bei der Abkühlung stattfindende Zusammenziehung sucht dieselbe zu zerreißen, respective die zwischen den Köpfen eingeschlossenen Bleche zu comprimiren. Dies Zusammenziehen der Niete ist es, welches die damit verbundenen Blechplatten so fest zusammenpreßt, daß dieselben dicht schließen. Man findet in den meisten Lehrbüchern keinerlei Regeln über die zulässige Länge von Nieten angegeben und doch steht es fest, daß eine lange Niete nicht so gut hält als eine kurze von demselben Durchmesser. Erfahrene Practiker stellen den Grundsatz auf, eine Niete müsse nicht länger gemacht werden als viermal ihr Durchmesser betrage. Auf den ersten Blick scheint diese Regel jeder Begründung zu entbehren, denn obgleich eine lange Niete das Bestreben hat, sich beim Erkalten mehr zusammenzuziehen oder mit anderen Worten, da sich der Zusammenziehung ein Hinderniß bietet, sie sich beim Erkalten gewissermaßen mehr strecken muß als eine kurze, so kann sie eben vermöge ihrer Länge auch eine stärkere Verlängerung ertragen, ehe sie zerreißt. Um sich über diese Sache klar zu werden, muß man zunächst wissen, daß ein Eisenstab schon bis zur Elasticitätsgrenze ausgedehnt ist, nachdem derselbe etwa $^1/_{1500}$ seiner Länge durch eine angehängte Last oder irgend eine andere Kraft verlängert ist, während die Ausdehnung durch die Wärme $^1/_{800}$ der Länge schon bei einem Temperaturzuwachs von 100 Grad beträgt. Daraus folgt aber, daß jedes Eisen, es mag lang oder kurz sein, wenn es, nur einige hundert Grad warm, an beiden Enden absolut festgehalten wird, nothwendig bei der Abkühlung zerreißen muß; oder mit anderen Worten, daß jede Niete, sie mag lang oder kurz sein, abreißen muß, sobald sie bei der Zusammenziehung absoluten Widerstand findet. Das ist aber nicht der Fall aus folgenden Gründen. Einmal ist zwischen den zu

vernietenden Blechen, selbst nach der Bildung der Niete, so lange dieselbe warm ist, immer noch etwas Zwischenraum, der beim Zusammenziehen derselben verschwindet, und zweitens hat die Niete auch an ihre Umgebung Wärme abgegeben, so daß auch das umgebende Eisen sich etwas mit zusammenzieht. Endlich ist das Eisen, welches sich zwischen den Nietköpfen befindet, einer Compression fähig. Es ist nun einleuchtend, daß eine stärkere Niete bei gleicher Länge weniger leicht zerreißt als eine schwache, da sie die Fuge besser zusammenpressen kann und mehr Wärme an das umgebende Eisen abgiebt. Jene practische Regel ist daher im Princip wohl begründet, wenngleich nicht theoretisch nachweisbar ist, daß die in derselben angegebene Grenze des Verhältnisses vom Durchmesser zur Länge der Niete (1 zu 4) genau die absolut richtige ist.

Nachdem die Nietlöcher der scharfen Kante beraubt sind, werden die zu verbindenden Bleche zunächst mittelst einiger Schrauben aneinander befestigt. Die Nieten, an welchen der eine Kopf bereits fertig ist, werden in einem ganz nahen, oft transportablen Schmiedefeuer hellroth glühend gemacht; diese Arbeit wird gewöhnlich von einem Knaben verrichtet. Ein Arbeiter, der unter Umständen im Innern des Kessels sitzen oder liegen muß, empfängt die Niete mit der Zange, mit welcher sie aus dem Feuer genommen ist, steckt sie von inwendig durch und hält gegen den fertigen Kopf derselben irgend einen schweren Gegenstand, einen Hammer, eine eiserne Keule oder dergleichen; die Zange wirft er dem Knaben wieder zu. Die gegen den Nietkopf gehaltene schwere Masse ist bestimmt, die von den Hammerschlägen verursachten Stöße aufzunehmen, welche jetzt von der anderen Seite auf den durchstehenden Nietschaft geführt werden, um dort den Nietkopf zu bilden. Wegen eines einzelnen Hammerschlages würde es genügen, dies Gewicht nur lose gegenzuhalten, wegen der schnell auf einander folgenden Hammerschläge ist es nothwendig, dasselbe fest anzudrücken, damit es, von einem Hammerschlage zurückgestoßen, schon wieder am Platz ist, den folgenden zu pariren. Der Nietkopf wird anfangs durch einfaches Umhämmern mit ziemlich leichten Hämmern gebildet, wobei zwei Leute abwechselnd schlagen, damit die Schläge recht schnell auf einander folgen. Dabei staucht sich der Nietschaft zugleich so viel, daß er das Loch genau ausfüllt. Ist genügend umgehämmert, so ergreift der eine der Arbeiter den Nietstempel (rivetting set), einen mit einem Hammerstiel versehenen stählernen Setzhammer, der andere einen schweren

Hammer, um durch Schlagen auf den Nietstempel dem Kopf die genaue gewünschte Form zu geben. Der Nietstempel hat eine Vertiefung von der Form, welche die Niete erhalten soll, nämlich entweder eine kugel- oder eine kegelförmige. Bei der kugelförmigen Gestalt nimmt man am einfachsten den Radius dieser Kugel gleich dem Durchmesser d des Nietbolzens und die Bogenhöhe des Abschnittes gleich 0,6 d. Soll der Kopf kegelförmig gestaltet werden, so wird die Basis des Kegels ein Kreis vom Halbmesser d und die Höhe des Kegels gleich 0,8 d. Die Kugelform ist jetzt die häufigere, sie macht auch einen bessern und vertrauenerweckenden Eindruck auf das Auge und ist bei den im Feuer liegenden Nieten nicht so sehr dem Durchbrennen ausgesetzt. Bei sorgfältig angestellten Versuchen hat man besonders künstliche Formen als die vortheilhaftesten aufgefunden, die sich jedoch von der angegebenen kugelförmigen nicht wesentlich unterscheiden und wegen ihrer complicirteren Form nicht gebräuchlich geworden sind.

Die nothwendige Länge des Nietschaftes vor dem Vernieten ist gleich der Summe der zusammenzunietenden Blechdicken plus der zu der Bildung des Kopfes erforderlichen plus der für das Zusammenstauchen zu rechnenden Länge. Das Nietloch muß um etwas größer sein als die Niete, damit die Niete im rothwarmen Zustande noch leicht hindurchgesteckt werden kann. Wenn die Differenz $\frac{1}{24}$ beträgt, so muß man $\frac{1}{10}$ der Länge des Schaftes (d. h. zwischen den Köpfen der fertigen Niete gemessen) für das Zusammenstauchen nehmen. Zur Bildung des Nietkopfes ist $1\frac{3}{10}$ des Durchmessers an Länge zuzugeben. Nennt man:

D den Durchmesser der Niete,

D^1 den Durchmesser des Loches im Blech,

L die Länge des Nietschaftes vor dem Nieten,

l die Länge der fertigen Niete zwischen den Köpfen gemessen oder die Summe der zusammen zu nietenden Bleche,

h die Höhe des Kopfes,

r den Radius der Kugel, von welcher der Kopf ein Abschnitt ist, so hat man folgende Beziehungen:

$$D^1 = \frac{25}{24} D$$
$$L = 1{,}3\ D + 0{,}1\ l$$
$$h = 0{,}6\ D$$
$$r = D.$$

Bevor die Niete durchgesteckt wird, ist es nothwendig, einen runden, schlank conischen Dorn (drift) von Stahl durch das betreffende Loch zu schlagen, um sicher zu sein, daß die Niete leicht hindurchgehe. Kleine Ungenauigkeiten, welche durch die gebogene Form der Bleche bedingt sind, werden dadurch noch beseitigt. Ein solcher Dorn ist auf Tafel 1, Fig. 17 abgebildet.

Es ist leicht zu begreifen, daß auf eine sorgfältige Nietung bei den Locomobilkesseln sehr viel ankommt. Die Löcher der Bleche müssen recht genau auf einander passen, da sonst die Nieten dieselben niemals ganz ausfüllen, daher bei der fertigen Nietfuge dann eine Verschiebung möglich ist. Namentlich wenn die Maschine, wie dies später gezeigt wird, direct auf dem Kessel befestigt wird, so daß derselbe der Maschine als Fundamentplatte dient, ist dies von der höchsten Wichtigkeit, damit die durch das Arbeiten der Maschine verursachten Stöße an dem Verband des Kessels vergeblich rütteln. Undichtigkeiten, die beim Betriebe der Locomobile in Folge schlechter Nietung in den Nietfugen des Kessels entstehen, machen, daß sich Feuchtigkeit in dem Bekleidungsmaterial fortwährend hält; sie sind der schlimmste Feind des Kesselbleches, namentlich weil die durch sie hervorgerufene Zerstörung im Verborgenen vor sich geht.

Der eigentliche Kesselkörper (barrel) der Locomobilkessel ist, wie wir gesehen haben, ein Cylinder von kreisförmigem Querschnitt. Bei der gewöhnlichen Vernietung, bei welcher die Bleche übereinander greifen (lap joint) und welche, wie schon oben bemerkt, bei den Locomobilkesseln fast ausschließlich angewandt wird, ist es nun nicht möglich, die Kreisform genau inne zu halten, vielmehr tritt an der Nietnath eine Abweichung davon um die Dicke des Bleches ein. Da der Kessel zu lang ist, um zweckmäßig aus einer Blechplatte hergestellt zu werden, so setzt man denselben aus mehreren kürzeren Cylindern zusammen. Die Längsnäthe dieser Cylinder dürfen dann nicht aufeinander treffen, sondern die Nath des einen Stückes muß auf das Blech des anderen treffen. Ein Blick auf die Fig. 1 bis 6 Tafel 3 genügt, um zu sehen, daß diese Stellen noch einer besonderen Bearbeitung bedürfen, sobald zwei solcher Cylinder zum Zweck der Vernietung in einander geschoben werden sollen. Die eine Ecke muß keilförmig ausgeschmiedet werden und zwar, wie die Figuren der Tafel 3 zeigen, stets diejenige, welche mit dem Blech des zweiten Cylinder in Berührung kommt, also

die äußere für den eingeschobenen, die innere für den übergeschobenen Blechcylinder.

Trotz aller Sorgfalt, mit welcher diese Verbindungen hergestellt werden, vermag man doch nicht, dieselben durch das bloße Vernieten dicht zu schließen, sondern es gelingt erst durch ein sorgfältiges Verstemmen, wovon weiter unten die Rede sein wird, den vollkommen dampfdichten Schluß zu erzielen.

Die in neuerer Zeit vielfach angewendeten Dampfnietmaschinen dürfen nicht unerwähnt bleiben. In der Locomobilenfabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. wird die größte Anzahl der Nieten mit der Maschine hergestellt. Ein horizontal liegender Dampfcylinder ist an einem starken gußeisernen Frame befestigt; die starke Kolbenstange trägt einen Hammer, der nach Art des auch beim Handnieten verwendeten Setzhammers versenkt ist. Eine ähnliche Versenkung ist auch in dem in gleicher Höhe befindlichen Ambos enthalten. In letztere Versenkung wird der schon fertige Nietkopf gelegt und dann genügt ein einziger Kolbenhub verbunden mit einem Schlag des Niethammers, um den anderen Nietkopf fertig herzustellen. Da die Maschine selbst fest steht, muß der ganze Kessel stets für jede folgende Niete verschoben werden. Diese Operation wird dadurch erleichtert, daß der Kessel an einem Krahn aufgehängt ist. Während im Winter 1867—68, als Verfasser Dieses Gelegenheit hatte, diese vorzüglich eingerichtete Fabrik zu sehen, nur eine dieser Maschinen aufgestellt war, befinden sich nach einem später erschienenen Bericht (Engineering 1868 S. 523) daselbst drei derartige Maschinen, deren eine die Feuerbüchsen, die andere die Langkessel nietet; die dritte ist nur Reserve. Daselbst ist auch eine sogenannte automatische Lochmaschine aufgestellt, welche die Nietlöcher, wie schon oben einmal erwähnt, selbstthätig in gleichem Abstande unter sich und vom Blechrande liefert, so daß man im Stande ist, mittelst derselben fast alle Nietlöcher zu lochen. Eine derartige Maschine kann natürlich nur dann von Vortheil sein, wenn in einer Fabrik eine Menge Kessel von denselben Dimensionen ausgeführt werden.

Endlich sei zum Schluß dieses Capitels erwähnt, daß neuerdings die Längsnäthe der Dampfkessel auch geschweißt werden. Selbstverständlich muß die Herstellung einer solchen Schweißfuge (welded-joint) mit der größten Sorgfalt geschehen, wenn dieselbe zuverlässiger sein soll als eine Nietfuge. Einmal fehlerfrei hergestellt, hat dieselbe entschiedene Vortheile vor der Nietfuge. Der geschweißte Blechcylinder

ist vollkommen rund, die Fuge bedarf nicht des Verstemmens und ist nicht dem Undichtwerden durch den Gebrauch ausgesetzt. Zum Herstellen solcher Schweißungen wird ein Apparat angewandt, welcher im Princip Aehnlichkeit mit einem Pochwerk besitzt, dessen schnell nacheinander fallende Hämmer die Fuge fast gleichzeitig in ihrer ganzen Länge bearbeiten.

2. Das Umbördeln (flanging) der Bleche.

Dies ist eine der wichtigsten Operationen bei der Kesselfabrikation. Das erste Erforderniß für dieselbe ist ein gutes Material; mit schlechtem Material ist auch der geschickteste Kesselschmied nicht im Stande, einen fehlerfrei umgebogenen Rand zu erzeugen. Es wird dies Verfahren bei den Locomobilkesseln vielfältig angewandt, da es Leichtigkeit mit Festigkeit vereinigt.

Das gewöhnliche Verfahren, den Rand einer Blechplatte umzubördeln ist folgendes. Zunächst wird mit dem Parallelreißer die Linie vorgezeichnet, nach welcher das Umbördeln erfolgen soll. Diese Linie wird kräftig angekörnt, damit man auch im rothwarmen Zustande dieselbe deutlich sehen kann. Dann wird die Platte warm gemacht und mit der nicht angekörnten Seite auf einen zweckmäßig gestalteten Ambos oder Block so gelegt, daß der umzubiegende Rand frei übersteht und nun mit dem Hammer das Umbiegen nach der vorgezeichneten Linie vorgenommen. Vielfach verwendet man hierzu Holzhämmer, deren Schläge keine Eindrücke hinterlassen. Ist die Linie, nach welcher umgebogen werden soll, gerade, so verwendet man einen Block mit geraden Kanten; ist sie gekrümmt, so verwendet man entweder einen Block mit genau nach derselben Linie gekrümmter Kante oder im Nothfall einen kreisförmigen, dessen Radius kleiner sein muß als der Krümmungsradius der zu erzielenden krummen Linie. Wo die Herstellung vieler Kessel von denselben Dimensionen geschieht, da ist es zweckmäßig, Blöcke von genau entsprechender Form zu gießen, wie z. B. für das Umbördeln der vorderen Rohrplatte des Kessels von der Locomotivform, einen kreisrunden Block u. s. w.; dann brauchen geübte Kesselschmiede nicht einmal vorzuzeichnen, namentlich, da es auf die mathematisch genaue Gleichmäßigkeit des Randes in der Regel nicht ankommt.

Zum Umbördeln von cylindrischen Rohren ist in England kürzlich ein einfacher Apparat von Adamson patentirt. Derselbe ist in den

Holzschnitten Fig. 9, 10 und 11 dargestellt. Auf einer gußeisernen Grundplatte a sind zwei gußeiserne Frame b durch Schrauben befestigt, welche eine gußeiserne Deckplatte c tragen. In dieser Deckplatte c ist

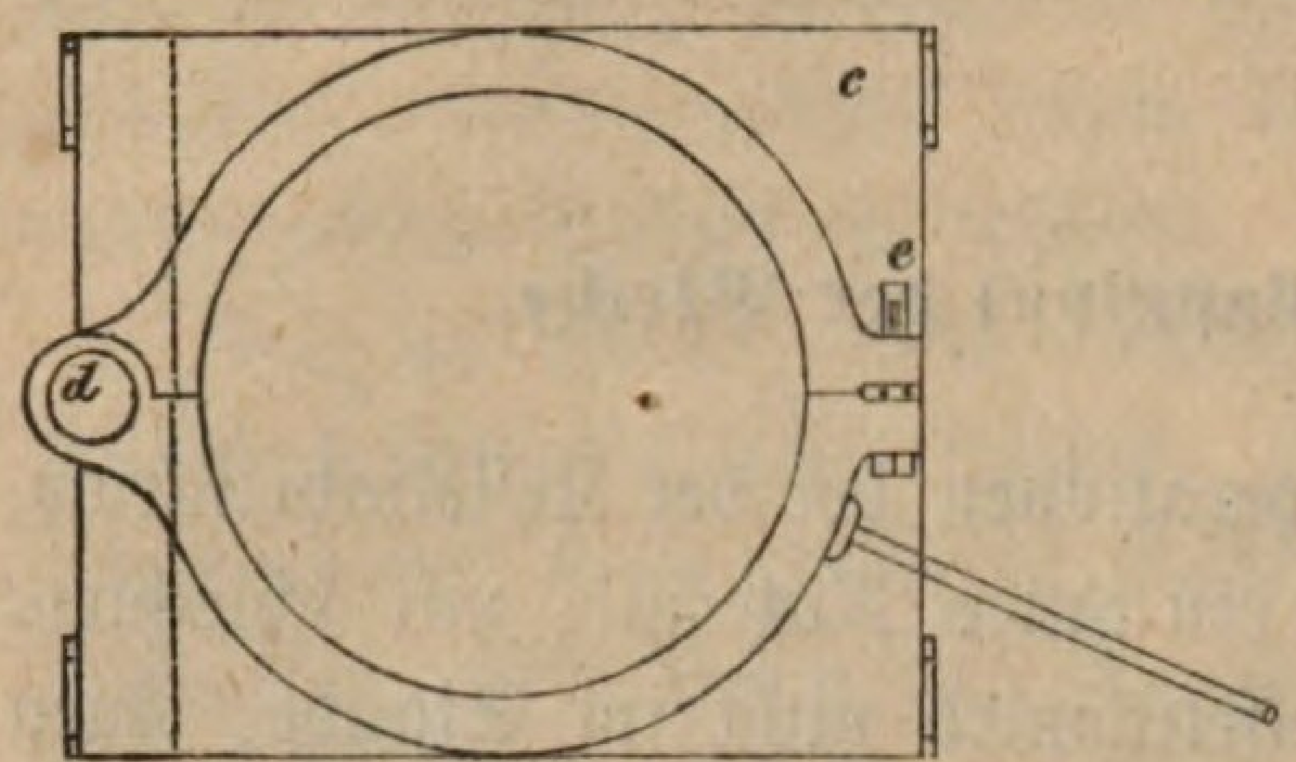


Fig. 9.

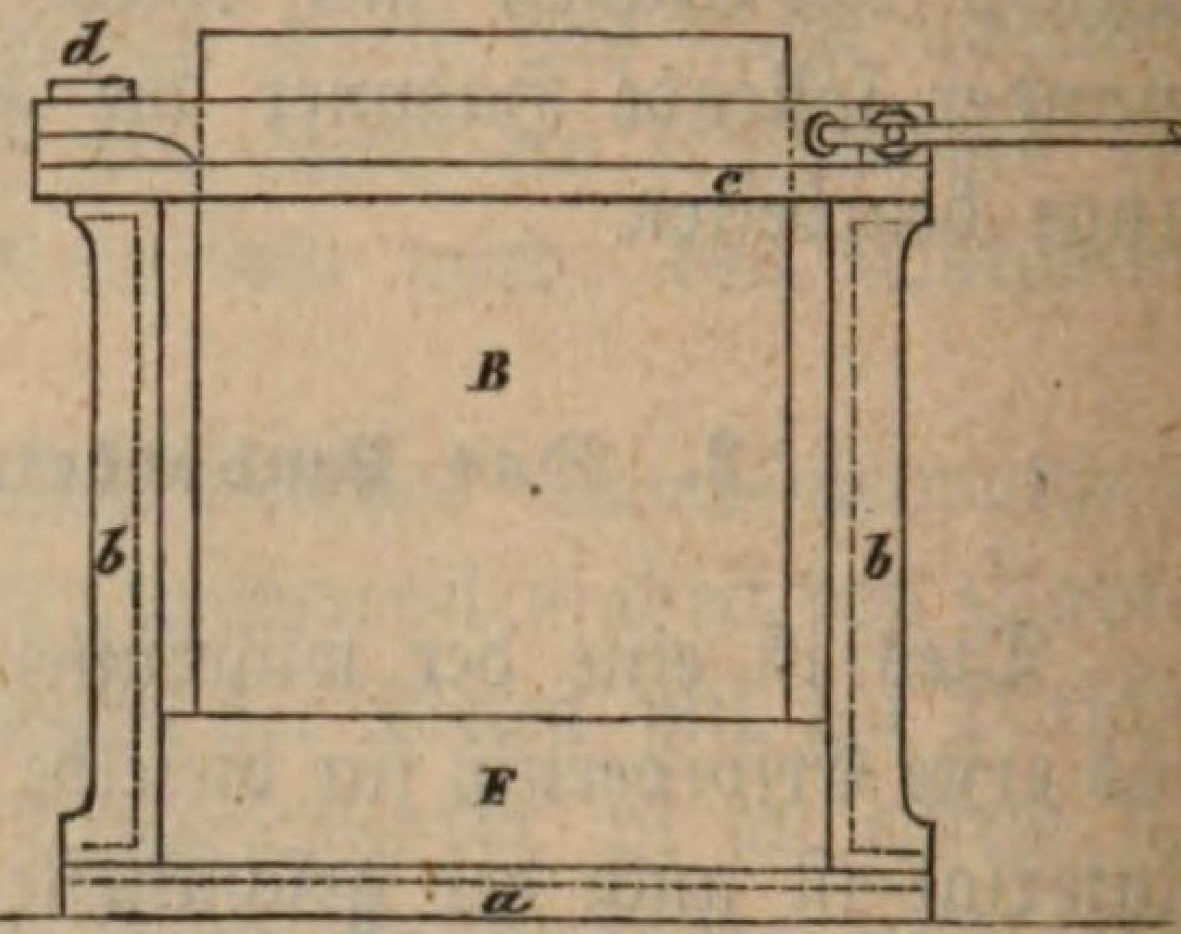


Fig. 10.

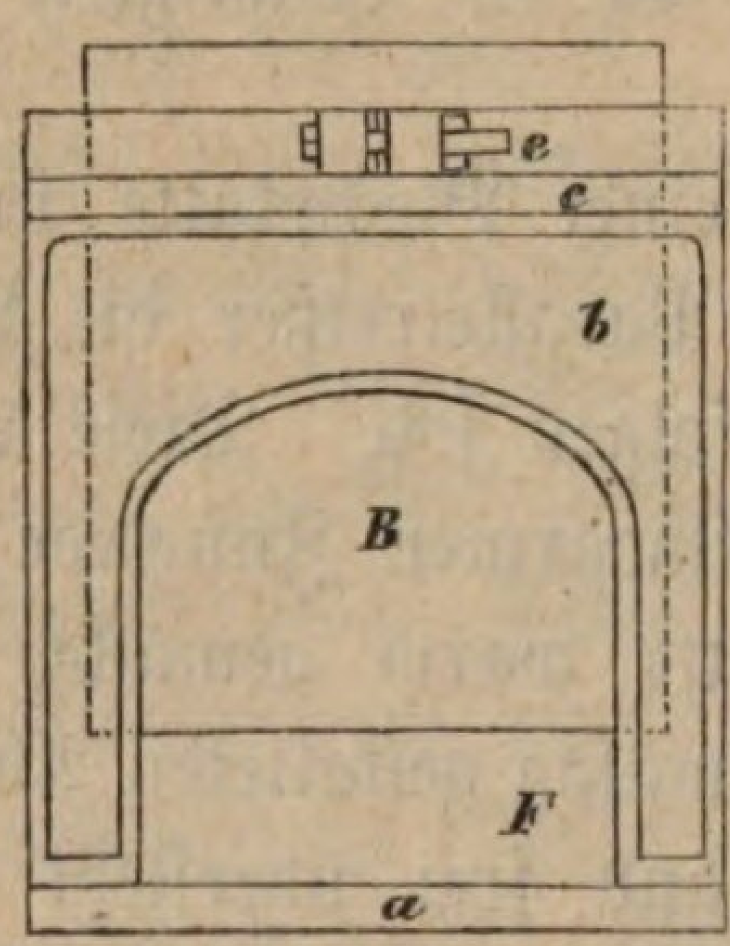


Fig. 11.

eine kreisrunde Oeffnung, so groß, daß der umgebördelte Rand im fertigen Zustande hindurch kann. Auf der Deckplatte c befindet sich ein zweitheiliger Ring, der, um den Scharnierbolzen d drehbar, geöffnet und mittelst eines in dem einen Theile festen Bolzens e unter Beihülfe eines Keils fest geschlossen werden kann. Dieser Ring wird geöffnet, das mit einer Umbördelung zu versehende Rohr von obenher eingelassen, bis es auf eine zu diesem Zweck angebrachte Unterlage aufstößt, die so bemessen ist, daß nach dem Schluß des Ringes nur gerade so viel vom Rohr oben übersteht als umgebogen werden soll. Der vorher warm gemachte Rand wird dann einfach mit Hülfe von Hämmern ringsherum bis auf den Ring umgehämmert. Vollkommen läßt sich mit diesem Apparat ohne Nachhülfe nur der Rand bei geschweißten Rohren herstellen; genietete Rohre werden an der Stelle der Nietfuge noch einer Nachhülfe bedürfen, aber auch für letztere wird ein solcher oder ähnlicher Apparat mit Vortheil zur Verwendung kommen.

3. Das Biegen (bending) der Bleche.

Das Biegen der Bleche zur Cylinderform ist neben dem Lochen, Bohren und Schneiden der Bleche eine Manipulation bei der Kesselfabrikation, zu welcher man fast unumgänglich nothwendig einer Ma-

schine bedarf, nämlich einer Biegewalze. Eine solche Maschine fehlt daher in keiner Kesselschmiede. Gewöhnlich liegen bei denselben zwei Walzen mit ihren Achsen in derselben Horizontalebene und senkrecht über der Mitte derselben eine dritte von kleinerem Durchmesser, welche durch zwei an den Enden wirkende Schrauben in senkrechter Richtung verstellbar ist. Die auf Tafel 1 Fig. 15 und 16 gegebene Abbildung einer Blechbiegewalze verdanken wir der Freundlichkeit der Herren Bechem & Keetmann in Duisburg, welche diese Maschinen als Specialität anfertigen.

Wo es sich nur um die Anfertigung von Locomobilkesseln handelt, da bedarf man nur einer kleinen Sorte dieser Maschinen, da weder sehr breite noch sehr starke Bleche damit zu biegen sind. Da es sich jedoch oft darum handelt, volle Blechcylinder darauf herzustellen, so muß man an die Maschine die Anforderung stellen, daß die obere Walze sich leicht herausnehmen läßt, da nur nach Entfernung dieser Walze ein voller Blechcylinder von der Maschine abgenommen werden kann. Dieser Umstand hat bei der Construction der in der Zeichnung dargestellten Walze, wie man leicht sieht, die vollste Berücksichtigung gefunden. Nachdem die in Fig. 15 sichtbare, in eine Nuth nahe am Ende der oberen Walze tretende Stellschraube gelöst ist, läßt sich die obere Walze an dem dazu vorhandenen Handgriff seitlich herausziehen. Die vierte, in der Praxis sehr nützliche Walze, dient zum Richten der Bleche. Von wesentlichem Nutzen ist auch die Einrichtung an dieser Maschine, nach welcher die beiden Muttern der Schrauben, welche die obere Walze verstellen, durch zwei auf derselben Stange sitzende Schnecken gedreht werden, wodurch es unmöglich wird, daß diese Walze durch etwaige Sorglosigkeit ungleich angedrückt wird.

4. Das Herstellen kugelförmig gewölbter Bleche.

Diese Operation gehört zu den selteneren im eigentlichen Locomobilbau, bei den Kesseln transportabler Dampfmaschinen jedoch findet man häufiger gewölbte Decken, daher hier wenigstens Erwähnung davon geschieht. Zur Herstellung einer jeden kugelförmig gewölbten Blechschale (shell) bedarf man eines Blockes von der Form eines Kugelabschnittes, über welchen das Blech mittelst hölzerner Hämmer geschlagen wird. Diese Arbeit bietet an sich keine Schwierigkeiten, nur ist gutes Material dazu erforderlich.

5. Die Anbringung der Verankerung (staying) im Inneren der Kessel.

Hierüber ist im Allgemeinen wenig zu bemerken. Es ist selbstverständlich zweckmäßig, die Verankerungen größtentheils im Kessel anzubringen, so lange man sich noch in demselben einigermaßen frei bewegen kann, d. h. also vor dem Einziehen der Siederohre. Wenn man die zur Befestigung der Winkeleisen, welche zur Verankerung dienen, erforderlichen Löcher in den Kesselblechen noch vor der Zusammensetzung des Kessels nach der Schablone vorzeichnet und bohrt, so kann man hiernach die Löcher in den Winkeleisen später vorzeichnen und hat dann den Vortheil, alle Löcher unter der Bohrmaschine bohren zu können. Die Längsanker werden entweder aus einem Stück gefertigt oder aus zwei Stücken, die in der Mitte durch eine Schraubenmuffe mit Rechts- und Links-Gewinde verbunden und angespannt werden. Unter den Längsankern giebt man am besten den in der Mitte liegenden eine um ein wenig schwächere Spannung als den an den Seiten liegenden.

Nothwendig ist es bei der Construction der Verankerungen sowohl wie bei ihrer Anbringung, auf die spätere Befestigung von Maschinentheilen Rücksicht zu nehmen, damit dieselben nicht bei der Anbringung von Befestigungsschrauben oder dergl. hinderlich sind.

6. Die Herstellung von Oeffnungen im Kessel.

Die Herstellung von Oeffnungen im Kessel erfolgt zum Theil ebenfalls in der Kesselschmiede, namentlich das Mannloch und die Reinigungslöcher werden dort gearbeitet und zwar am besten vor der Fertigstellung des Kessels. Man zeichnet diese Oeffnungen nach der Schablone vor und locht mit der Lochmaschine rings nach der vorgezeichneten Linie, worauf man mit einem gewöhnlichen Flachmeißel die vorstehenden Zacken fortnimmt.

7. Das Einziehen der Stehbolzen.

Diese Manipulation ist nicht bei allen Kesselconstructionen nothwendig, in größter Anwendung ist sie bei den Kesseln von der Locomotivform. Die Löcher für die Stehbolzen werden in den Platten der äußeren Feuerbüchse nach der Schablone vorgezeichnet und gebohrt.

Nachdem der Langkessel mit der äußeren Feuerbüchse fertig ist, wird die für sich fertig gemachte innere Feuerbüchse eingepaßt, aber noch nicht vernietet, sondern vorläufig mit einigen Schraubenbolzen oder Klammern in der richtigen Lage gehalten und dann die Löcher mit Hülfe einer einfachen Vorrichtung nach denen der äußeren Feuerbüchse angekörnt. Das Werkzeug, welches man hierzu benutzt, ist auf Tafel 1 Fig. 11 und 12 in der natürlichen Größe dargestellt. Es besteht aus einer gedrehten Hülse, in deren Bohrung genau aber leicht passend sich ein stählerner Körner von genügender Länge befindet. Sobald man die Hülse fest aufsetzt, so ist der Körner rechtwinklig zu der Fläche gerichtet, es bedarf nur eines leichten Schlages, um dann das Loch zu markiren. Sind hierdurch alle Mittelpuncte der Löcher angegeben, so wird die innere Feuerbüchse wieder herausgenommen und man schlägt mit dem Zirkel Kreise um die markirten Puncte, welche man in bekannter Weise mit den vier Körnerpuncten in ihrer Peripherie bezeichnet, um ganz sicher zu gehen, daß keine Abweichung beim Bohren stattfindet. Die Löcher dürfen nicht eher mit Gewinde versehen werden, bis die Feuerbüchse an ihrer richtigen Stelle befestigt ist. Das Gewindeeinschneiden geschieht mittelst eines gewöhnlichen Gewindebohrers, der jedoch so lang ist, daß man durch beide Löcher hindurchschneiden kann. Hierauf werden die mit Gewinde versehenen Stehbolzen hinein geschraubt und zwar giebt es dazu zwei Methoden. Nach der einen, besonders bei Locomotiven für kupferne Stehbolzen viel gebräuchlichen Methode fertigt man den Stehbolzen so, daß der eine Kopf schon fertig ist und hinter demselben ein Vierkant sitzt, auf welchen man einen Schlüssel zum Hineindrehen aufsetzt. (Fig. 13 u. 14 Tafel 1.) Dieser Vierkant wird nachher entweder mit der Bogensäge oder besser mit einem eigenen Instrument, wovon Holzschnitt 12 eine Abbildung zeigt, abgeschnitten, ebenso der innen durchstehende Theil des Bolzens wird so gekürzt, daß man von dem vorstehenden Theil einen Nietkopf bilden kann. Nach der anderen Methode hat man einen einfachen mit Gewinde versehenen Bolzen, auf welchem entweder zwei gegeneinander geschraubte Muttern die Stelle eines Kopfes vertreten oder an dessen einem Ende ein Vierkant angeschmiedet ist. Diesen Bolzen schraubt man so weit hinein, daß innen genügend zum Umnieten hervorsteht

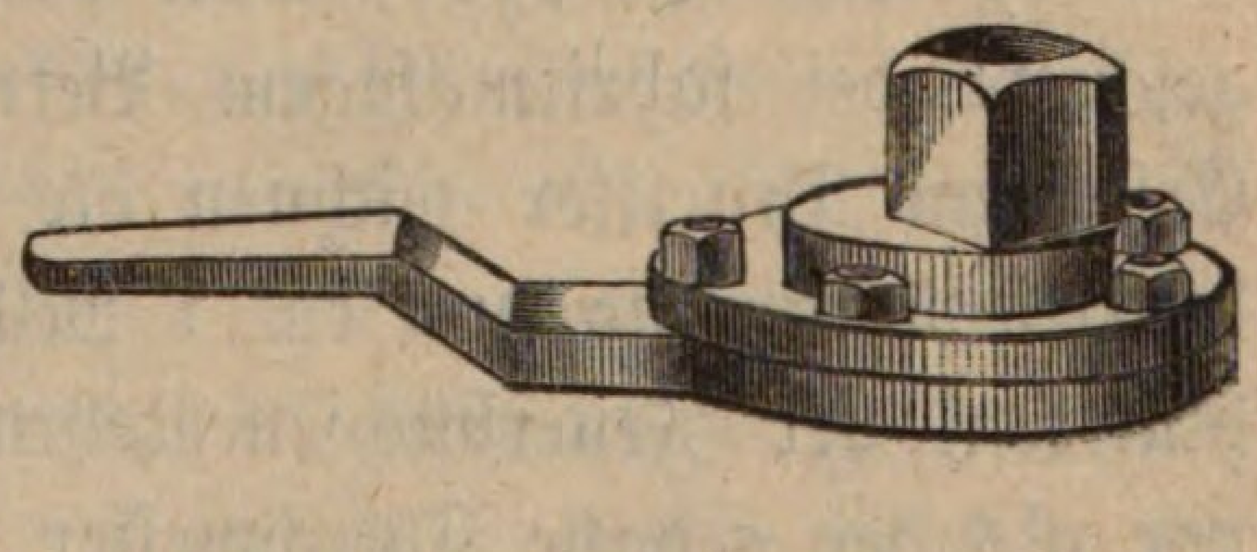


Fig. 12.

und schneidet außen ab. Bei dieser Methode werden daher beide Nietköpfe kalt gebildet; bei der ersten Methode nur die inneren. In Folge davon sehen die nach der ersten Methode eingezogenen Stehbolzen von außen besser aus, da die warm gebildeten Köpfe eine höhere Wölbung erhalten, dagegen hat diese Methode einen practischen Nachtheil. Die vorher fertigen Köpfe liegen bei nicht ganz sorgfältiger Arbeit, oder bei nicht ebenen Flächen der Feuerbüchse, wie es die Construction mitunter mit sich bringt, nach dem Einschrauben oft nicht vollständig genug an, um dicht zu schließen; will man diesem Fehler dann durch Hämmern nachhelfen, so springen die Köpfe nicht selten ab.

Statt des Gewindes auf den Stehbolzen findet man in Zeichnungen vielfach Distanzhülsen angegeben; diese Construction ist entschieden öfter gezeichnet als ausgeführt; die Bolzen mit Gewinde lassen sich ungleich leichter einziehen und besser dichten.

Beim Betriebe kommt es nicht selten vor, daß ein Stehbolzen abreißt. Um ein solches Abreißen äußerlich bemerkbar zu machen, werden bei Locomotiven vielfach die Stehbolzen mit einer feinen ganz oder zum größten Theil der Länge nach durchgehenden Bohrung versehen; tritt ein Riß ein, so zeigt sich dies sofort durch das Hervordringen von Dampf aus der kleinen Oeffnung. Selbstverständlich dürfen solche Stehbolzen nicht von der Verkleidung verdeckt werden, sondern es bleibt entweder die Verkleidung für die ganze Parthie der Feuerbüchse fort, wo Stehbolzenköpfe sind, oder es wird für jeden Kopf ein rundes Loch ausgespart, wodurch derselbe revidirt werden kann.

8. Das Einziehen und Dichten der Siederohre.

Die hierbei zu beobachtenden Arbeiten sind der Reihe nach folgende:

1) Das Vorzeichnen der Löcher in den beiden Rohrwänden geschieht bei fabrikmäßigem Betrieb am Besten nach der Schablone. Erfahrene Practiker zeichnen die Löcher in der vorderen, d. h. Rauchbüchsen-Rohrwand um ca. 1 Millimeter größer, die Löcher in der hinteren, der Feuerbüchsen-Rohrwand um ca. 1 Millimeter kleiner vor als der genaue Durchmesser des Siederohres beträgt. Die Rohre lassen sich dann von vorne her leicht durchschieben und am hinteren Ende durch Hämmern leicht so viel einziehen, daß die Enden auch in die kleineren Löcher einzudringen vermögen.

2) Das Bohren der vorgezeichneten Löcher geschieht, indem man zunächst mit einem gewöhnlichen Spitzbohrer ein kleines

Loch vorbohrt und dann mit einem Centrum- oder Zapfenbohrer die Löcher in ihrer vollen Größe herstellt.

3) Das Einziehen der Siederohre geschieht erst nachdem der Kessel im Uebrigen vollständig fertig ist. Die Rohre werden einzeln von der Rauchkiste her durchgeschoben; dann geschieht das Dichten. Früher vollzog man dasselbe dadurch, daß man einen conischen Dorn einschlug und dann durch Verstemmen mit einem stumpfen Meißel das völlige Dichten bewerkstelligte. Es war dies eine zeitraubende Arbeit und dennoch nicht immer sicher in ihrem Resultat. Darauf wurde ein sehr sinnreiches Maschinchen erfunden, welches noch heute hier und da im Gebrauch sein mag. Ein aus mehreren losen Segmenten zusammengesetzter, zweckmäßig profilirter, durch an den Enden in Hohlkehlen liegende Gummiringe zusammengehaltener, gedrehter Körper war in der Mitte mit einer Bohrung versehen. Nachdem dies Instrument bis zu einem vorstehenden Rande in die Mündung des Siederohres eingeschoben ist, schlägt man einen schlank conischen Dorn in die zu dessen Aufnahme bestimmte, ebenfalls conische Bohrung und treibt dadurch die nur durch die Gummiringe vor dem Auseinandergehen bewahrten Segmente auseinander und preßt sie gegen die innere Rohrwandung.

Dies Instrumentchen ist an sich schon sehr zweckmäßig und konnte seine Erfindung seiner Zeit als ein großer Fortschritt begrüßt werden, doch wird es jetzt durch ein anderes Instrument bei Weitem übertroffen, welches auf Tafel 1 Fig. 18 bis 21 in natürlicher Größe dargestellt ist. Wir verdanken diese Zeichnung der wohlbekannten Firma Lohf & Thiemer in Berlin, welche diese und ähnliche Instrumente als Specialität fertigen.

Das Wirksame bei diesem Instrument sind Stahlwalzen, welche von innen nach außen durch einen conischen Dorn gepreßt werden und bei Drehung des Ganzen das Rohr gewissermaßen fest und dicht walzen. Das in den Zeichnungen auf Tafel 1 dargestellte Instrument ist für Rohre von 39 ^{mm} lichten Durchmesser passend. Für jeden anderen Durchmesser von Siederohren muß man ein besonderes Instrument dieser Art haben. Die Manipulation des Dichtens damit ist eine so einfache Sache, daß jeder Arbeitsmann im Stande ist, dieselbe zu verrichten, nachdem es ihm einmal gezeigt worden ist. Man bringt das Instrument in die Mündung des Siederohres, befestigt den Stellring vermittelst seiner Stellschraube am richtigen Platz, so daß die in der kleinen Walze befindliche Nuth in der Mitte der Rohrplatte bleibt und

dreht nun abwechselnd an dem großen sechskantigen Kopf, wodurch der Dorn tiefer hineingepreßt wird, und an dem am Ende des Dorns befindlichen Vierkant, wodurch das Festwalzen geschieht. Man hat diese Instrumente auch in einfacherer Form ohne Schraube, wo der conische Dorn mit der Hand hineingedrückt werden muß. Ein solches ist in Nr. 15 (Jahrgang 2) des „Practischen Maschinenconstructeur" auf Tafel 58 in natürlicher Größe abgebildet. Mittelst letzteren Instrumentes geschieht jedoch das Dichten weniger leicht.

Je besser die Rohre in der Wand gedichtet werden, desto schwieriger ist es, sie später einmal wieder heraus zu ziehen. Und doch ist es nothwendig diese Operation zu machen, wenn Rohre ausgewechselt oder bei einer Reparatur gründlich vom Kesselstein gereinigt und nachgesehen werden sollen. Man erspart da viel Arbeit, wenn man folgende Methode einschlägt. Man schneidet mit Hülfe des in Holzschnitt 13 dargestellten Instrumentes das Siederohr unmittelbar innerhalb der Rohrwände ab und zieht das herabfallende Rohr durch die Reinigungsluke heraus. Das noch in der Rohrwand sitzende kurze Ende Rohr entfernt man dann leicht mit einem Kreuzmeißel. Wenn sich nun bei der Reinigung des Rohres ergiebt, daß dasselbe noch vollkommen brauchbar ist, so kann man dasselbe auf einer gewöhnlichen Röhrenziehbank oder auf einer besonders für diesen Zweck gebauten Maschine wieder so viel strecken, als durch das Abschneiden verloren gegangen ist. Das in Fig. 13 dargestellte Instrument, welches, wie die erwähnte Siederohrstreckmaschine und ein noch zu besprechendes in Fig. 14 dargestelltes Instrument, von Herren Lohf & Thiemer in Berlin gefertigt wird, hat Aehnlichkeit im Princip mit dem Werkzeug zum Dichten der Rohre. Auch hier ist es eine durch einen conischen Dorn nach außen gepreßte Walze, welche die Arbeit verrichtet, mit dem Unterschiede, daß diese Walze eine Schneide besitzt, welche beim Drehen die Wandung des Rohres leicht durchdringt. Statt das Rohr nach dem Abschneiden zu strecken, kann man auch an dem einen Ende ein Stück anlöthen.

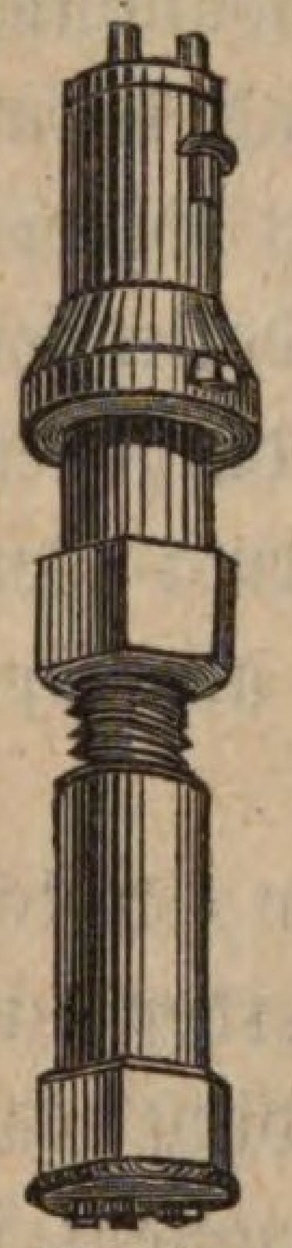


Fig. 13.

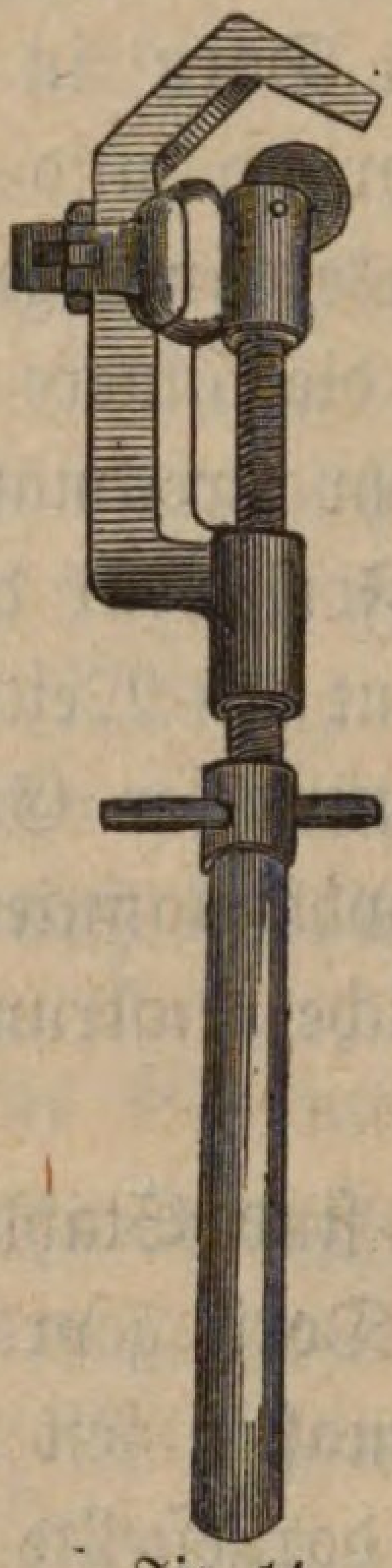


Fig. 14.

Das in Holzschnitt 14 dargestellte Instrument dient zum Abschneiden der Rohre von außen her und ist für diesen Zweck außerordentlich wirksam. Man arbeitet damit schnell und die Schnittfläche wird so gerade, als ob sie auf der Drehbank hergestellt wäre. Nur muß man, wenn man zum ersten Mal das Instrument um ein abzuschneidendes Rohr herum dreht, die Schraube nur wenig anziehen, da man sonst leicht in einer Spirale um das Rohr herumschneidet, in welchem Fall es schwer ist, aus der einmal angefangenen Schnittlinie wieder heraus zu kommen.

Der lichte Durchmesser der Siederohre bei den Locomobilen beträgt in der Regel 55 bis 60 mm, es ist jedoch wahrscheinlich, daß man durch das Bestreben einen recht günstigen Kohlenverbrauch zu erzielen und, damit im Zusammenhange, mit hohem Druck zu arbeiten, dahin geführt wird, für den Durchmesser der Siederohre auf das bei den Locomotiven übliche Maß herabzugehen. Bei letzteren ist der lichte Durchmesser der Rohre durchschnittlich ca. 40 mm.

Einer Mittheilung des Herrn R. Wolf in Buckau-Magdeburg zufolge versieht derselbe die Siederohre bei seinen Locomobilkesseln an dem Feuerbüchsenende noch mit feinem Gewinde und schraubt sie in die Rohrwand hinein, bevor das Dichten mit der Walzendichtmaschine geschieht.

9. Das Verstemmen der Nietfugen.

Wie schon oben bei der Herstellung der Nietungen bemerkt wurde, ist diese Operation durchaus nothwendig, um überall einen vollkommen dampfdichten Zustand der Fugen herzustellen. Die Werkzeuge hierzu sind eigene Arten von Meißeln (caulking chisel) — in der gewöhnlichen Arbeitersprache bekanntlich Buddelmeier genannt — welche theils rundlich stumpf sind, theils schmalere und breitere gerade Flächen besitzen, welche letzteren einen stumpfen Winkel mit der Achse des Meißels bilden. Mit den rundlichen Meißeln fängt man an und beendet die Arbeit mit den breitesten geradflächigen. Ueber das Verfahren selbst ist wenig hinzuzufügen; es ist mehr Sorgfalt als Geschicklichkeit des Arbeiters dazu erforderlich.

Für das Verstemmen einzelner nur von innen zugänglicher Fugen erleichtert man sich diese Arbeit dadurch, daß man vor dem Vernieten den später zu verstemmenden Rand schräge abmeißelt. Eine derartige Vorbereitung geschieht z. B. mit dem Flantsch der Vorder- und Hinter-

wand der inneren Feuerbüchse. Man meißelt hier rings herum so, daß die schmale Endfläche nicht rechtwinklig bleibt, sondern so geneigt, daß die freie Kante etwas vor der anliegenden Kante zurücksteht. Dadurch wird die anliegende Kante, von deren Schluß die Dichtung abhängt, für den Meißel zugänglicher, da letzterer beim Verstemmen nur schräge gehalten werden kann.

In der schon mehrfach erwähnten und als mit speciellen Werkzeugmaschinen vorzüglich eingerichtet bezeichneten Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. ist eine eigene Hobelmaschine aufgestellt, welche die schmalen Flächen der Bleche für das spätere Verstemmen schräge abhobelt.

Hiermit sind die Operationen, welche bei der Fabrikation der Locomobilkessel in Anwendung kommen, hinlänglich besprochen. Es bleibt uns nun noch übrig das Nöthige zu der bei der Construction eines neuen Locomobilkessels nothwendigen Berechnung der Abmessungen derselben, namentlich der Heizfläche und Rostfläche, sowie der Blechstärken zu geben.

Berechnung der Abmessungen der Locomobilkessel.

Es ist vielfach Sitte, die Größe der Heizfläche nach der Anzahl der Pferdestärken, die von der Maschine ausgeübt werden sollen, zu bemessen. Ein rationelles Maß ist dies nicht. Die Größe der Heizfläche muß man nach dem Dampfverbrauch der Maschine berechnen. Der Dampfverbrauch von Maschinen, welche gleiche Anzahl Pferdestärken ausüben, ist durchaus nicht gleich. Der Ausdruck: „Ein Dampfkessel von 4, 5, 8, 10 u. s. w. Pferdekräften" ist jedoch in der Praxis so sehr eingebürgert, daß diese Bezeichnungsart wohl nicht wieder verschwinden wird, so sehr auch von vielen Seiten dagegen protestirt ist. Nach unserer Ansicht haben auch derartige ungefähre, wenngleich wissenschaftlich ungenaue Bezeichnungen für die Praxis, namentlich für den Laien einen hohen Werth. Der Laie kann sich einen Begriff von der annähernden Größe eines Dampfkessels machen, wenn ihm gesagt wird, der Kessel habe 10 Pferdekraft, dagegen würde es keinen Maßstab für ihn abgeben, der Kessel liefere bei 60 Procent Nutzeffect 300 Kilogramm Dampf pro Stunde. Es sei daher fern, den erwähnten Sprach-

gebrauch im Verkehr und beim Abschluß von Geschäften verdammen zu wollen, nur bei der Construction und Berechnung von Kesseln können wir ihn nicht gebrauchen.

Wir werden später sehen, wie man den Dampfverbrauch einer Dampfmaschine am einfachsten ermittelt, für jetzt möge es genügen zu constatiren, daß diese Ermittelung in für unsere Zwecke genügend genauer Weise geschehen kann. Es bedeute:

S die pro Stunde von der Maschine verbrauchte Dampfmenge in Kilogramm.

Wir können die hierher gehörigen Betrachtungen, welche uns zur Ermittelung der Größenverhältnisse eines Dampfkessels führen, der pro Stunde S Kilogramm Dampf von bekannter Spannung liefern soll, nicht anstellen, ohne das Wichtigste aus der Wärmelehre, sowie einige Lehrsätze der Mechanik kurz und in möglichst leicht faßlicher Weise in Erinnerung zu bringen. Wenn wir dabei unserem Grundsatz treu bleiben, nur Elementar-Mathematik bei unseren theoretischen Untersuchungen anwenden zu wollen, so muß doch unser Streben dahin gerichtet sein, daß die Wissenschaftlichkeit unserer Betrachtungen unter diesem Zwang nicht leide. Denjenigen unserer Leser, welche, Jünger in der Wissenschaft, Kenntniß der Differential- und Integralrechnung haben, können wir nicht genug empfehlen, das treffliche Werk des Herrn Prof. Zeuner „Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie" zum speciellen Gegenstand ihres Studiums zu machen.

Auf die Frage: Was ist Wärme? lautet die Antwort der heutigen Naturforscher und Mechaniker: Wärme ist Bewegung. Wärme ist in so fern verwandt mit den uns ebenfalls wahrnehmbaren Naturkräften Licht, Electricität und Magnetismus. Alle sind Bewegungen, aber, so nimmt man an, Bewegungen verschiedener Art. Eine Bewegung können wir uns aber nicht an und für sich vorstellen. Wo Bewegung ist, da muß auch ein Etwas, ein Körper sein, der sich bewegt oder bewegt wird. Es wird daher angenommen, daß ein für unsere Sinne nur durch seine Bewegung wahrnehmbares Medium, Aether genannt, das Weltall und alle Körper durchdringe; die verschiedenartigen Bewegungen dieses Aethers sind es, welche uns bald als Wärme, bald als Licht oder Electricität wahrnehmbar werden. Damit stimmt die Thatsache sehr gut überein, daß wir diese Naturerscheinungen eine aus der anderen erzeugen können, wie wir etwa eine rotirende Bewegung bei einer Maschine in eine geradlinige, eine hin- und herschwingende in

eine continuirlich nach einer Richtung gehende u. s. w. verwandeln können. Wir unterscheiden Temperatur und Wärmeaufwand in derselben Weise, wie wir, um einen Vergleich anzustellen, die Schnelligkeit der Bewegung eines Körpers unterscheiden von der Größe der Arbeit, welche zur Erzeugung dieser Bewegung aufgewandt ist und welche der Körper durch Ueberwindung von Widerständen irgend welcher Art, durch Stoß, Reibung u. dgl. wieder abzugeben im Stande ist.

Dieser Vergleich versetzt uns in das Gebiet der Mechanik. Die Begriffe Kraft und Arbeit, welche die Mechanik wohl unterscheidet und die im gewöhnlichen Leben so oft verwechselt werden, sind es, welchen wir hier noch besonders einige Worte der Erklärung widmen wollen. So einfach die Unterscheidung dieser Begriffe dem unterrichteten Techniker unter allen Umständen erscheint, so schwer wird es doch oft den Anfängern, hierin völlige Klarheit zu erlangen.

Wenden wir uns zunächst zum Begriff Kraft. Wir erklären Kraft als das Bestreben, eine Bewegung zu erzeugen. Ebensowenig, wie wir uns eine Bewegung denken können ohne einen Träger derselben, einen Körper, der bewegt wird, ebensowenig können wir uns eine Kraft denken ohne einen Körper, auf welchen sie wirkt. Wenn nur eine einzige Kraft auf einen Körper wirkt, so versetzt sie denselben in Bewegung; die Richtung dieser Bewegung ist identisch mit der Richtung der Kraft. Wenn ein Körper nicht in Bewegung versetzt wird, trotzdem wir wissen, daß eine Kraft auf ihn wirkt, so schließen wir daraus, daß eine oder mehrere Kräfte außerdem vorhanden sind, welche die Wirkung jener Kraft verhindern, welche ihr das Gleichgewicht halten. Die bekannteste aller Kräfte ist für uns die Anziehungskraft der Erde. Wenn wir einen schweren Körper in der Hand halten, so fühlen wir sein Bestreben zu fallen; so lange wir ihn halten, ist es die Kraft unserer Muskeln, welche das Fallen, die Wirkung der Schwerkraft, verhindert. Das Gewicht eines Körpers ist die Kraft, mit welcher derselbe von der Erde angezogen wird, daher bildet die Gewichtseinheit zugleich die Einheit zum Messen der Kräfte. Man macht eine Unterscheidung zwischen Kräften und Widerständen. Beides sind Kräfte, jedoch nennen wir Kräfte vorzugsweise diejenigen Ursachen der Bewegung, welche für sich unabhängig auftreten, während die Widerstände secundärer Art sind, sie sind erst eine Folge der Kräfte und wirken stets der Richtung der Bewegung entgegen. Wenn ich von einer Kraft oder einem Widerstand von so und so viel Pfun-

den oder so und so viel Kilogrammen spreche, so heißt das eine Kraft, welche gleich ist derjenigen, mit welcher die genannte Anzahl Kilogramme, Pfunde u. s. w. von der Erde angezogen werden, welche letztere wir kurzweg das Gewicht der Körper nennen.

Sobald eine Kraft wirklich einen Körper in Bewegung versetzt, so verrichtet sie Arbeit. Die Arbeit ist das Product aus der Kraft und dem Weg, den der Angriffspunct derselben zurückgelegt hat. Hebt man ein Gewicht von 10 Kilogramm einen Meter hoch, so hat man eine Arbeit von 10 Meterkilogramm verrichtet. Hierbei kommt nun, sobald es sich um die Leistung von lebenden Wesen oder Maschinen handelt, der Begriff der Zeit in Betracht. Es ist offenbar nicht gleichgültig, ob ich in einer Secunde eine Arbeit von 10 Meterkilogrammen verrichte, oder ob ich mir mehrere Secunden dazu nehme. Die lebenden Wesen sind fast alle im Stande, auf kurze Zeit eine bedeutend größere Arbeit pro Secunde zu leisten, als sie Stunden und Tage lang auszuhalten im Stande sind. Eine Arbeit von 75 Meterkilogramm in einer Secunde, welche man im Maschinenbau mit dem Namen Pferdestärke benennt, kann von einem Pferde auf kurze Zeit recht wohl geleistet werden; die durchschnittliche Arbeit, welche ein Pferd ohne Schaden verrichten darf, ist nur zwischen 50 und 60 Meterkilogramm pro Secunde. Der Ausdruck Pferdekraft für Pferdestärke ist, obgleich häufiger fast gebraucht, deshalb nicht glücklich gewählt, weil man nicht eine Kraft damit bezeichnen will, sondern eine bestimmte Leistung pro Secunde.

Kehren wir nunmehr zu den Betrachtungen über die Wärme zurück. Wir unterscheiden, wie bemerkt, die Temperatur oder den Wärmegrad eines Körpers von dem Wärmeaufwand, welcher diese Temperatur erzeugt hat. Die Verschiedenheit der Wärmegrade können wir durch unser Gefühl wahrnehmen und durch das Thermometer messen. Den Wärmeaufwand, welcher ein Kilogramm Wasser von 0 Grad des hundertheiligen (Celsius'schen) Thermometers auf einen Grad desselben erwärmt, nennen wir eine Wärmeeinheit, oder da zwischen 0 und hundert Grad Celsius dieser Werth nicht wesentlich verschieden ist, so kann man auch sagen, Wärmeeinheit sei der Wärmeaufwand, welcher hinreiche, die Temperatur von 1 Kilogramm Wasser um einen Grad Celsius zu erhöhen.

Der Satz nun, der die Grundlage der neueren sogenannten mechanischen Wärmelehre bildet, lautet: Wärme und Arbeit sind äquivalent oder gleichwerthig. Wärme ist nicht gleichbedeu-

tend mit Arbeit, ebenso wenig wie etwa Electricität und Magnetismus, Licht und Wärme gleichbedeutend sind, obgleich Eins in das Andere umgestaltet werden kann, aber Wärme kann in Arbeit verwandelt werden und zwar repräsentirt ein bestimmtes Wärmequantum auch ein bestimmtes Arbeitsquantum. Umgekehrt kann man auch Arbeit in Wärme verwandeln. Als bestes Beispiel hierfür denke man nur an ein heißgelaufenes Zapfenlager. Dort ist Arbeit verschwunden oder, wie man in diesem Fall auch sagen kann, verschwendet, und Wärme ist dafür entstanden. Durch viele Versuche hat man das Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit gleich 424 Meterkilogramm gefunden, d. h. wenn es gelingt eine Wärmeeinheit vollständig in Arbeit zu vertauschen, so bekommt man dafür 424 Meterkilogramm Arbeit. Wenn ich also in jeder Secunde eine Wärmeeinheit durch Verbrennung von Kohlen erzeuge, so kann ich dafür, wenn es mir gelingt, sie vollständig in Arbeit umzuwandeln, 424 Meterkilogramm in der Secunde oder $\frac{424}{75} = 5{,}65$ Pferdestärken erhalten. Wir werden später bei der Besprechung der Dampfmaschinen sehen, wie weit man noch von diesem Ziele entfernt ist. Um die Wärme in Arbeit umzutauschen, brauchen wir die Vermittelung irgend eines Körpers; bei der Dampfmaschine ist das Wasser im flüssigen und dampfförmigen Zustande dieser Vermittler. Im flüssigen Zustande führen wir das Wasser in den Dampfkessel, verwandeln es dort in Dampf von einer bestimmten Spannung und Temperatur, leiten diesen Dampf in die Maschine und sagen, daß der Dampf die Maschine treibe. Dabei dürfen wir jedoch nicht vergessen, daß der Dampf nur der Träger der Wärme ist und daß wir Wärme in dem Dampfcylinder vernichten, wenn wir Arbeit dafür eintauschen.

Wenn wir Wasser in einem offenen Gefäß erhitzen, so wird es nicht heißer als 100° Celsius*); bei dieser Temperatur stellt sich eine lebhafte Dampfbildung ein, für welche alle nun noch zugeführte Wärme aufgewandt wird, welche Erscheinung wir das Kochen oder Sieden des Wassers nennen. Nicht immer findet jedoch die Dampfbildung in ruhiger Weise statt, mitunter, namentlich bei lange fortgesetztem Kochen und bei Anwendung von Glasgefäßen tritt eine augen-

*) Wenn man von den kleinen Schwankungen über und unter 100° bei den verschiedenen Barometerständen absieht.

blickliche völlige Ruhe, dann aber eine plötzliche Dampfbildung ein, die das Gefäß gewaltig erschüttert und gewöhnlich einen Theil des Inhaltes herausschleudert. Diese Erscheinung, welche man mit dem Namen Siedeverzug belegt hat, hat in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der Techniker und Naturforscher in hohem Grade auf sich gelenkt, man glaubt in ihr die Ursache mancher Kesselexplosionen erkennen zu müssen. Ohne hier näher auf diesen Gegenstand eingehen zu wollen sei nur so viel bemerkt, daß man als Hauptbedingungen für die Entstehung eines Siedeverzuges gefunden hat: Ruhe und Abwesenheit von Luft- und anderen Gastheilen im Wasser, so wie ferner, daß ein Siedeverzug in einem verschlossenen Gefäß, in dessen Innerem eine gewisse Dampfspannung herrscht, am leichtesten eintritt, wenn die Spannung des Dampfes plötzlich vermindert wird, wie durch das Auffliegen eines Ventils oder durch das Entstehen eines Risses im Dampfraum geschieht. Daß der Zustand der völligen Abwesenheit von Luft- und Gastheilen im Wasser eines Dampfkessels nicht leicht eintreten kann, erhellt sofort, wenn man bedenkt, daß das frisch zugepumpte Speisewasser stets Lufttheilchen in sich enthält und der Zwischenraum, in welchem die Speisepumpe nicht arbeitet, selten sehr groß ist. Vielmehr sind wir anzunehmen berechtigt, daß im Innern des Dampfkessels in der Regel ein Sieden ganz in derselben ruhigen Weise geschieht, wie wir dies bei einem offenen Gefäß zu beobachten Gelegenheit haben.

Wenn Wasser in einem Dampfkessel oder irgend einem geschlossenen Gefäß erhitzt wird, so tritt das Sieden zunächst ebenfalls bei einer Temperatur von 100° des Wassers ein, in dem Maße jedoch, wie sich dann Dampf bildet und der nicht mit Wasser angefüllte Raum des Kessels sich mit Dampf füllt, der nicht entweichen kann, wächst die Spannung dieses Dampfes und unter dem Einfluß dieses Druckes tritt die Dampfbildung, das Kochen, nicht mehr bei der Temperatur von 100 Grad ein, sondern es bedarf einer stärkeren Erhitzung und zwar hat man gefunden, daß diese Temperatur, bei welcher das Wasser siedet, für jede Dampfspannung eine ganz bestimmte ist. Um den Druck oder die Spannung von Dämpfen anzugeben, nennen wir die Kraft in Kilogrammen, mit welcher derselbe auf eine bestimmte Fläche, etwa den Quadratcentimeter wirkt, oder wir vergleichen denselben auch mit dem Druck der Atmosphäre. Der Druck der Atmosphäre ist bekanntlich nicht constant, wie uns die Schwankungen des Barometers zeigen, wir nehmen aber ein bestimmtes mittleres Maß dieses Druckes

an, wo es sich um Vergleichungen handelt, nämlich einen Druck von 1,0308 Kilogramm auf den Quadratcentimeter. Ein Dampfdruck von x Kilogramm pro Quadratcentimeter ist daher fast gleich dem Druck von x Atmosphären. Es ist daher für diejenigen, welche bei Einführung des französischen Maßes oder Metermaßes, welches vom Jahr 1872 an im norddeutschen Bunde eingeführt wird, umlernen müssen, in diesem Falle leicht, sich sofort bei Nennung des Dampfdruckes in diesem Maß eine ziemlich genaue Vorstellung von der Größe desselben zu machen, ohne erst umrechnen zu müssen.

Nach dem preußischen Maß ist der Druck der Atmosphäre 14,1 Zollpfund pro Quadratzoll. Ein Druck von einem Kilogramm pro Quadratcentimeter ist gleich 13,7 Zollpfund pro □″ also um $^4/_{10}$ Pfd. pro □″ weniger als der Druck einer Atmosphäre.

Wir sehen, daß in dem Maße wie in einem geschlossenen Dampfkessel das Wasser erhitzt wird, ohne daß dem sich bildenden Dampf Abzug geschafft wird, die Dampfspannung und damit zugleich die Temperatur steigt, daß also in einem Dampfkessel die Temperatur des siedenden Wassers in allen Fällen eine höhere ist als die Temperatur des in einem offenen Gefäß siedenden Wassers. Man hat genau die zu jeder Spannung gehörige Temperatur des Wassers und somit auch des Dampfes durch Versuche gefunden und in Tabellen die gefundenen Werthe zusammen gestellt. Solche Tabellen findet man mehr oder weniger genau in jedem Ingenieur-Kalender oder Taschenbuch. Nur um einen ungefähren Anhalt zu geben, wie die Temperatur mit der Spannung des Dampfes wächst, geben wir folgende wenige Angaben:

Bei der Temperatur von

100°	Celsius hat der Dampf eine Spannung von	1	Atmosphäre od.	1,0308	Kil. p. □cm.
110	= = = = = = =	1,415	= =	1,4586	= = =
120	= = = = = = =	1,962	= =	2,0224	= = =
130	= = = = = = =	2,671	= =	2,7533	= = =
140	= = = = = = =	3,576	= =	3,6861	= = =
150	= = = = = = =	4,712	= =	4,8571	= = =
160	= = = = = = =	6,121	= =	6,3095	= = =
170	= = = = = = =	7,844	= =	8,0856	= = =
180	= = = = = = =	9,929	= =	10,2348	= = =
200	= = = = = = =	15,380	= =	15,8537	= = =

Hierbei unterlassen wir jedoch nicht zu bemerken, daß hier die totale Dampfspannung gemeint ist und nicht der in der Praxis gewöhnlich genannte und von den Manometern an den Dampfkesseln angegebene

Ueberdruck über den Druck der äußeren Atmosphäre. Um letzteren zu erhalten muß man von der angegebenen Anzahl Atmosphären stets 1 subtrahiren und von der Anzahl Kilogramm pro Quadratcentimeter 1,0308. Hiernach ist bei einer Temperatur von 160 Grad Celsius der Ueberdruck des Dampfes über den Druck der äußeren Atmosphäre gleich 5,121 Atmosphären oder 5,28 Kil. pro Quadratcentimeter. Dies ist ungefähr die Spannung, mit welcher jetzt die Locomobilkessel meistens arbeiten. In preußischem Maß ist dieser Ueberdruck gleich ca. 72 Pfund pro Quadratzoll. Die älteren Locomobilkessel arbeiten mit weniger Spannung. Man fing damit an, dieselben für eine Dampfspannung von 45 Pfund pro □" englisch zu bauen und ist allmählich höher und höher damit gegangen, bis augenblicklich die größeren Fabriken Englands, welche bekanntlich an Locomobilen das zahlreichste Contingent stellen, auf einer Dampfspannung von 5 Atmosphären, wie bemerkt, stehen geblieben sind. Einzelne Fabriken in England sowohl wie auf dem Continent gehen aber auch jetzt schon weiter. Die Kessel der Locomobilen aus der Fabrik von R. Wolf in Buckau-Magdeburg, von denen weiter unten noch mehr die Rede sein wird, arbeiten mit 6 Atmosphären Ueberdruck und von einzelnen englischen Maschinen wird berichtet, welche es bis zum Doppelten hiervon gebracht haben.

Bei einer Dampfspannung von 5 Atmosphären ist die Temperatur im Dampfkessel ca. 160 Grad Celsius.

Bevor wir nun den Gang unserer Untersuchungen fortsetzen, müssen wir den Unterschied zwischen sogenanntem gesättigten und überhitzten Dampf erklären. So lange man Wasser und Dampf zusammen erhitzt, wie in einem Dampfkessel, so lange erzeugt man gesättigten Wasserdampf; überhitzter Wasserdampf entsteht, wenn schon gebildetem Dampf, welcher nicht mehr in Berührung mit Wasser steht, noch Wärme zugeführt wird. Ueberhitzter Dampf von derselben Spannung des gesättigten hat ein geringeres specifisches Gewicht und eine höhere Temperatur. Wir können daher den gesättigten Dampf als denjenigen bezeichnen, der die seiner Temperatur entsprechende niedrigste Spannung und das größte specifische Gewicht hat. Das specifische Gewicht des gesättigten Dampfes bei einer bestimmten Temperatur ist ein ganz bestimmtes, aus Versuchen bekanntes; dasjenige des überhitzten Dampfes richtet sich nach dem Grade der Ueberhitzung. Wenn wir im Folgenden von dem specifischen Gewicht oder der Dichtigkeit des Dampfes bei einer

bestimmten Spannung oder Temperatur sprechen, so ist damit stets der gesättigte Wasserdampf gemeint.

Ein Liter gesättigter Wasserdampf von 160° Cels. wiegt 0,00293 Kil. Wenn es sich nun darum handelt, die Heizfläche eines Kessels nach dem Gewicht des in demselben pro Minute oder Stunde zu liefernden Dampfes, welches offenbar, abgesehen von Verlusten, gleich ist dem Gewicht des von demselben pro Minute oder Stunde zu verdampfenden Wassers, zu bestimmen, so ist es gut zunächst sich darüber klar zu werden:

1) Ein wie großer Wärmeaufwand ist erforderlich, um ein Kilogramm Dampf von gegebener Spannung und Temperatur zu erzeugen?

2) Wie groß ist das Brennmaterialquantum, welches hierzu erforderlich ist?

Der gesammte Wärmeaufwand W, welcher nöthig ist, in einem Dampfkessel ein Kilogramm Wasser von der Temperatur, in welcher die Speisepumpe dasselbe liefert, in Dampf von einer bestimmten Spannung und Temperatur zu verwandeln, zerfällt wesentlich in zwei Theile. Ein Theil dieses Wärmeaufwandes wird dazu verwandt, die Temperatur des Wassers auf die im Dampfkessel herrschende zu bringen, der andere Theil dazu, dieses Wasser, welches schon die Temperatur des zu erzeugenden Dampfes hat, in den dampfförmigen Aggregatzustand überzuführen. Der erstgenannte Theil bleibt für unser Gefühl und das Thermometer erkennbar, der andere Theil, gewissermaßen der Träger des Aggregatzustandes, ist für das Thermometer verschwunden; wir nennen diese Wärme latent oder gebunden, beiläufig gesagt ein Ausdruck, der mit den neueren Anschauungen der Wärme nicht harmonirt, aber, wie so viele Ausdrücke dieser Art, beibehalten ist, da Jeder weiß, was darunter zu verstehen ist. Die gesammte Wärme W, welche aufgewendet werden muß, um aus einem Kilogramm Wasser von 0 Grad Cels. in einem Dampfkessel ein Kilogramm Dampf von t Grad Temperatur zu erzeugen, wird durch die Regnault'sche auf dem Versuchswege gefundene Formel dargestellt

$$W = 605{,}5 + 0{,}305\ t \text{ (Wärmeeinheiten).}$$

Setzen wir voraus, daß wir Dampf von der Temperatur 130° erzeugen wollen, so finden wir

$$W = 606{,}5 + 0{,}305 \times 130 = 646{,}15 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Es wird aber in der Praxis nicht wohl vorkommen, daß ein Dampfkessel mit Wasser von 0 Grad gespeist wird; nehmen wir die Temperatur des Speisewassers zu 16° an, so haben wir noch 16 Wärmeeinheiten zu subtrahiren; wir erhalten abgerundet:

$$W = 630 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Wenn wir andererseits voraussetzen, daß wir Dampf von 160° Temperatur erzeugen wollen, so ist

$$W = 606{,}5 + 0{,}305 \times 160 = 655{,}3 \text{ Wärmeeinheiten,}$$

oder wiederum nach Abzug von 16 Wärmeeinheiten, rund:

$$W = 640 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Es bedarf also, um ein Kilogramm Dampf von der Temperatur 160 Grad oder 5 Atmosphären Ueberdruck zu erzeugen, nur 10 Wärmeeinheiten oder ungefähr $1^1/_2$ Procent mehr als zur Erzeugung von Dampf von der Temperatur 130 Grad oder ca. $1^5/_8$ Atmosphären Ueberdruck.

Um ein Kilogramm Dampf von 200° oder ca. 14 Atmosphären Ueberdruck zu erzeugen, bedarf man

$$W = 606{,}5 + 0{,}305 \times 200 = 667{,}5 \text{ Wärmeeinheiten,}$$

oder nach Abzug von 16 Wärmeeinheiten

$$W = 651{,}5 \text{ Wärmeeinheiten,}$$

also nur $11^1/_2$ Wärmeeinheiten mehr als zur Erzeugung von Dampf von 5 Atmosphären Ueberdruck.

Man sieht, daß diese Differenz so klein ist, daß es in der Praxis genügt, das Gewicht Wasser, welches pro Zeiteinheit in einem Dampfkessel zu verdampfen ist, als Anhalt für die Wahl der Dimensionen zu nehmen, ohne die Spannung des zu erzeugenden Dampfes zu berücksichtigen.

Um nun den Brennmaterialverbrauch pro Kilogramm zu verdampfenden Wassers zu bestimmen, muß man einmal den Heizwerth des zu verwendenden Materials kennen oder, mit anderen Worten, man muß wissen, wie viel Wärmeeinheiten bei der Verbrennung des zur Verwendung kommenden Brennmaterials producirt werde. Dann aber kommt es darauf an, wie viel von dieser producirten Wärme wirklich für die Verdampfung zur Wirkung kommt, d. h. wie viel davon in das Kesselwasser übergeleitet wird. Die von verschiedenen Brennmaterialien producirte Wärme ist nach deren Beschaffenheit verschieden groß, der Procentsatz der in das Kesselwasser übergeleiteten Wärme variirt mit der Construction und der Heizfläche des Kessels,

Die zur Heizung von Locomobilen in Anwendung kommenden Brennmaterialien sind hauptsächlich Steinkohlen, Coaks, Braunkohlen und in einzelnen Gegenden Holz und Torf. Man kann im Durchschnitt annehmen, daß ein Kilogramm

Steinkohlen	bei vollständ. Verbrennung erzeugt	7000	Wärmeeinheiten
Braunkohlen	„ „ „ „	5000	„
Holz oder Torf	„ „ „ „	4000	„

Den größten Heizwerth von allen Brennmaterialien besitzt nach Weisbach der Anthracit. Ein Kilogramm Anthracit erzeugt nämlich 8258 Wärmeeinheiten, daher ein solches theoretisch d. h. ohne Rücksicht auf die nothwendigen Verluste hinreichen würde, um

$$\frac{8258}{640} = 12^{29}/_{32} \text{ Kilogramm Wasser zu verdampfen.}$$

Ein Kilogramm Steinkohle, welches 7000 Wärmeeinheiten bei seiner vollständigen Verbrennung erzeugt, kann theoretisch

$$\frac{7000}{640} = 10^{15}/_{16} \text{ Kilogramm Wasser verdampfen.}$$

Ein Kilogramm Braunkohle verdampft theoret. $\frac{5000}{640} = 7^{13}/_{16}$ Kil. Wasser

" " Torf oder Holz " " $\frac{4000}{640} = 6^{1}/_{4}$ " "

Diese Zahlen zeigen für abgerundete Heizwerthe das höchste Quantum Wasser, welches man erzeugen würde, wenn auf dem Roste eines Dampfkessels eine vollständige Verbrennung der Brennmaterialien erzielt würde und dann die sämmtliche erzeugte Wärme in das Kesselwasser geleitet werden könnte. Diese Bedingungen sind in der Praxis nicht zu erfüllen. Es findet keine vollständige Verbrennung auf dem Roste eines Dampfkessels statt; manche Theile werden ganz unverbrannt mit fortgeführt und zeigen sich als Ruß in den Feuercanälen und dem abziehenden Rauch; andere verbrennen unvollständig. Ein Theil des im Brennmaterial vorhandenen Kohlenstoffes verbrennt stets nur zu Kohlenoxydgas statt zu Kohlensäure und erzeugt dadurch nicht die höchste theoretische Wärme. Endlich können die durch die Verbrennung erzeugten Gase, welche noch durch den mit der atmosphärischen Luft eingeführten Stickstoff vermehrt werden, nicht ihre sämmtliche Wärme an das Kesselwasser abgeben, sie müssen die Feuercanäle stets mit einer höheren Temperatur verlassen als die des Kesselwassers ist.

Daher ist es zu erklären, daß auch in den besten Dampfkesselanlagen nicht die volle erzeugte Wärme für die Dampfbildung nutzbar gemacht wird, sondern im äußersten Falle nach angestellten Versuchen 80 Procent der theoretisch zu producirenden Wärme; man drückt dies in der Regel so aus: der Nutzeffect eines Dampfkessels sei im besten Falle 80 Procent. Es sind oft Versuche mit Dampfkesseln angestellt worden, um deren Nutzeffect zu ermitteln; specielle Versuche mit Locomobilen werden weiter unten in einem besonderen Abschnitt besprochen werden. Zu bedauern ist, daß bei den Versuchen, welche mit Locomobilen — namentlich auf Ausstellungen — in Bezug auf Kohlenverbrauch gemacht sind, worunter namentlich die auf den Ausstellungen der Royal agricultural Society of England hervorzuheben sind, stets nur der Kohlenverbrauch der Maschine im Ganzen oder pro wirklicher Pferdestärke angegeben sind. Da dieser Kohlenverbrauch aber, wie bemerkt, nicht allein von dem Nutzeffect des Dampfkessels, sondern auch von dem Nutzeffect der Maschine abhängt, so können die Resultate solcher Prüfungen keinen sicheren Anhalt für die Ermittelung des Nutzeffectes der geprüften Dampfkessel bilden.

Die Größe der Heizfläche eines Kessels bedingt hauptsächlich den Nutzeffect desselben, aber nicht ausschließlich. Die Heizfläche des einen Kessels kann wirksamer sein als diejenige des andern, je nach der Dicke der Kesselbleche und der Länge und Weite der Züge. Senkrechte Wandungen der Züge geben eine weniger wirksame Heizfläche als die horizontalen, so weit sie nicht der directen Einwirkung des Feuers, d. h. der Wärmemittheilung durch Strahlung ausgesetzt sind. Es ist ganz unbestreitbar, daß die Heizfläche der Feuerröhrenkessel mit engen Röhren, wie sie für Locomobilkessel Anwendung finden, eine außerordentlich wirksame ist, und nur durch nachlässige Behandlung beim Betriebe kann ihre Wirksamkeit beträchtlich herabgezogen werden. Wir werden später, wo über die Behandlung der Locomobilen im Betriebe die Rede sein wird, hierauf zurückkommen.

Man kann mit Recht an den Kessel einer Locomobile die Anforderung stellen, daß er mit einem Nutzeffect von $66^2/_3$ Procent arbeite. Dann verdampft ein Kilogramm Kohle, welches 7000 Wärmeeinheiten entwickelt, etwa 7 Kilogramm Wasser.

Wenn wir daher das vom Kessel zu liefernde Dampfquantum kennen, so kennen wir auch den Kohlenverbrauch. Bezeichnet C den

stündlichen Kohlenverbrauch und ist der Nutzeffect des Kessels, wie angenommen $66^2/_3$ Procent, so ist

$$C = \frac{S}{7}; \ S = 7\ C.$$

Nach dem stündlich zu verbrennenden Kohlenquantum C berechnen wir die Rostfläche. Wir unterscheiden die freie Rostfläche von der totalen. Erstere ist die Fläche der Zwischenräume oder der luftdurchlassende Querschnitt des Rostes. Diese freie Rostfläche ist es, welche wir zunächst berechnen; aus dem Verhältniß der Zwischenräume zu der Stärke der Roststäbe findet man dann die totale Rostfläche. Die freie Rostfläche wird gefunden aus dem Quantum Luft, welches dem Brennmaterial zur vollständigen Verbrennung zugeführt werden muß, und der Geschwindigkeit dieser Luft oder der Stärke des Zuges.

Angenommen, die Geschwindigkeit der Luft, welche durch den Rost den Kohlen zugeführt wird, sei bekannt; wir setzen sie gleich v, wo v Meter pro Secunde bedeutet und die freie Rostfläche sei F in Quadratmetern, so ist offenbar das Quantum Luft, welches durch die Oeffnungen des Rostes den Kohlen in der Secunde zugeführt wird und welches wir mit q bezeichnen wollen, gleich der freien Rostfläche mal Geschwindigkeit der Luft

$$q = F \,.\, v$$

oder in der Stunde $Q = 60 \,.\, 60 \,.\, F \,.\, v = 3600\ F\,v$

$$\text{oder } F = \frac{Q}{3600 \,.\, v}$$

Die Größe Q ist sofort bekannt, sobald das Quantum des stündlich zu verbrennenden Brennmaterials bekannt ist. Es ist nämlich erforderlich zur Verbrennung von

einem Kil.	Steinkohle	ca. 16	Cubikmeter	Luft
„ „	Braunkohle	„ 12	„	„
„ „	Holz	„ 9	„	„
„ „	Torf	„ 10	„	„

Daher ist für Steinkohlen: $F = \frac{16}{3600 \,.\, v} \,.\, C = \frac{1}{225 \,.\, v} \,.\, C$

„ Braunkohlen: $F_1 = \frac{12}{3600 \,.\, v} \,.\, C_1 = \frac{1}{300 \,.\, v} \,.\, C_1$

„ Holz: $F_2 = \frac{9}{3600 \,.\, v} \,.\, C_2 = \frac{1}{400 \,.\, v} \,.\, C_2$

„ Torf: $F_3 = \frac{10}{3600 \,.\, v} \,.\, C_3 = \frac{1}{360 \,.\, v} \,.\, C_3$

Um aus diesen Formeln die Größe der freien Rostfläche für die verschiedenen Brennmaterialien berechnen zu können, bedürfen wir nur noch der Bestimmung der Größe v, der Geschwindigkeit der durch den Rost tretenden Verbrennungsluft in Metern pro Secunde. Diese Zuggeschwindigkeit kann nun an und für sich sehr willkürlich gewählt werden, sie muß sich nur nach der Natur des zu verwendenden Brennmaterials etwas richten. Soll Torf, Braunkohle oder Holz geheizt werden, so nimmt man gern etwas schwächeren Zug als bei Steinkohle. Bei den verschiedenen Arten von Dampfkesseln ist die Zuggeschwindigkeit sehr verschieden. Während sie bei stationären Kesseln von $0^m,5$ bis 1^m schwankt, bei Schiffskesseln 1^m bis $1^m,5$ beträgt, so erreicht sie bei Locomotiven den Werth 4^m bis 5^m. Bei Locomobilen nimmt man für die leichteren Brennmaterialien zweckmäßig $1^m,5$ bis $1^m,7$; für Steinkohle $1^m,8$ bis 2^m. Namentlich ist es die Rücksicht der Feuergefährlichkeit, welche dringend abmahnt, die Geschwindigkeit des Luftzuges hierüber hinaus zu steigern. Funkenregen, wie man sie aus den Schornsteinen der Locomotiven nicht selten hervorsprühen sieht, dürfen im Interesse der Feuersicherheit bei Locomobilen nicht vorkommen. Setzen wir diese Werthe von v ein, so erhalten wir

für Steinkohlen: $F = \frac{1}{400} C$ bis $\frac{1}{450} C$

" Braunkohlen: $F_1 = \frac{1}{450} C_1$ bis $\frac{1}{500} C_1$

" Holz: $F_2 = \frac{1}{600} C_2$ bis $\frac{1}{700} C_2$

" Torf: $F_3 = \frac{1}{540} C_3$ bis $\frac{1}{600} C_3$

worunter die kleineren Werthe für die Rostfläche entstehen für die größeren Werthe der Zuggeschwindigkeit. Aus den vorausgegangenen Erläuterungen ist übrigens klar, daß die Größe der Rostfläche sehr verschieden sein kann, ohne daß darum das Resultat in dem einen Fall schlechter zu sein braucht wie in dem anderen, wenn nur die Zuggeschwindigkeit in dem richtigen Verhältniß dazu steht. Wir ziehen es unter allen Umständen, namentlich aus den oben angeführten Gründen der Feuersicherheit, vor, die Rostfläche eher zu groß als zu klein anzunehmen. Dies wird auch durch den im Betriebe stattfindenden Umstand gerechtfertigt, daß man einerseits, wenn die Dampfproduction bei großer Rostfläche und der gewählten Zugstärke zu lebhaft ausfallen

sollte, durch ein sehr einfaches Mittel, nämlich theilweises Schließen der Aschenklappe, die Zuggeschwindigkeit sofort mäßigen kann und andererseits auch bei schlechtem Brennmaterial, schlackender oder schieferiger Kohle u. dgl. im Stande ist, Dampf zu halten. Irrthümlich ist es, anzunehmen, daß auf einem großen Rost unter allen Umständen mehr Brennmaterial verbrannt werden müsse, als auf einem kleinen, daß daher der letztere der öconomischere sei. Wir empfehlen daher von den obigen Werthen überall die größeren zu nehmen und zu setzen:

für Steinkohlen $F = \frac{1}{400} C$; für Braunkohlen $F_1 = \frac{1}{450} C_1$;

" Holz $F_2 = \frac{1}{600} C_2$; " Torf $F_3 = \frac{1}{540} C_3$.

Oben wurde erwähnt, daß der Brennmaterialverbrauch eines Dampfkessels erst in zweiter Linie gegeben ist. Die Grundlage der Berechnung für alle Verhältnisse des Dampfkessels bildet das Quantum Dampf, welches zu liefern ist, oder das Speisewasser, welches, abgesehen von Verlusten, dasselbe Totalgewicht hat, wie der von der Maschine verbrauchte Dampf. Kennen wir aber den Heizwerth des zu verwendenden Brennmaterials, so können wir aus dem Quantum zu liefernden Dampfes das Quantum Brennmaterial berechnen, welches stündlich verbraucht werden wird, wenn wir noch eine Annahme über die Größe des Nutzeffectes des Dampfkessels machen. Bei Annahme eines Nutzeffectes von $66^2/_3$ Procent fanden wir

für Steinkohlen $C = {}^1/_7 S$.

Ebenso ist " Braunkohlen $C_1 = {}^1/_5 S$,

" Holz oder Torf $C_2 = C_3 = {}^1/_4 S$.

Wir können daher die obigen Ausdrücke für die Größe der freien Rostfläche direct auf das ursprünglich Gegebene, das stündlich zu verdampfende Wasser beziehen. Wir finden:

für Steinkohlen $F = \frac{1}{400} \cdot {}^1/_7 S = \frac{S}{2800}$

" Braunkohlen $F_1 = \frac{1}{450} \cdot {}^1/_5 S = \frac{S}{2250}$

" Holz $F_2 = \frac{1}{600} \cdot {}^1/_4 S = \frac{S}{2400}$

" Torf $F_3 = \frac{1}{540} \cdot {}^1/_4 S = \frac{S}{2160}$

Um nun endlich aus der Größe der freien Rostfläche die Größe der totalen Rostfläche zu bestimmen, darf man nur in Betreff des Verhältnisses der Zwischenräume zwischen den Roststäben zu der ganzen Rostfläche Annahme machen. In Bezug hierauf erhellt, daß, je leichter oder voluminöser das Brennmaterial ist, desto mehr Platz auf dem Rost sein muß, sobald man annimmt, daß die Dicke der Brennmaterialschicht für alle Brennmaterialien dieselbe sein kann. Letzteres ist aber nicht der Fall. Je kleiner nämlich die Stücke sind, in welchen das Brennmaterial aufgegeben wird, desto dichter liegt dasselbe und desto mehr stört dasselbe den freien Durchzug der Luft. Um zwei recht extreme Beispiele zu wählen, setzen wir voraus, daß das eine Mal Holz in großen Stücken zur Heizung verwandt werde und das andere Mal der Abfall bei einer Sägemühle, zum größten Theil aus Sägespänen bestehend. Ersteres kann fast in jeder beliebigen Höhe auf den Rost gepackt werden, ohne den freien Durchzug der Luft zu hindern, letzteres wird, wenn es nicht in einer ganz dünnen, nur wenige Zoll hohen Schicht auf den Rost aufgetragen wird, denselben vollständig verstopfen. Fängt man in letzterem Falle an aufzurühren, so rührt man das ganze Brennmaterial durch die Zwischenräume in den Aschenfall. Es muß daher für Brennmaterial, welches viel kleine Stücke oder gar Staub enthält, die ganze Rostfläche im Verhältniß zu den freien Zwischenräumen größer sein als bei großstückigem Brennstoff. Nach dem Zustande der Zerkleinerung des Brennmaterials richtet sich auch die Weite der Zwischenräume zwischen den Rosten, damit nicht zu viel Brennmaterial hindurch fällt.

Man ersieht leicht aus diesen Betrachtungen, daß die Rostverhältnisse eines Dampfkessels außerordentlich verschieden nach der Art des zu verwendenden Brennstoffes sein müssen. Theoretische Untersuchungen hierüber anzustellen, ist unfruchtbar; in der Praxis ist es leicht, die Verhältnisse so zu wählen, wie sie für jeden speciellen Fall angemessen sind. Namentlich für ganz feine Brennmaterialien, wie Sägespähne, Braunkohlenklein u. dgl. wird man stets gut thun, die Weite der Zwischenräume klein und die totale Rostfläche groß, also die Roststäbe dick zu nehmen.

Das verbreitetste Brennmaterial für Dampfmaschinen überhaupt und das für Locomobilen speciell am meisten zu empfehlende bleibt die Steinkohle. Hierfür kann man ganz bestimmte allgemein gültige Re-

geln aufstellen, weil die Natur der Steinkohlen einerseits nicht so sehr verschieden ist wie z. B. die der Braunkohlen und weil man in der Praxis in den meisten Fällen im Stande ist, den Zustand der Zerkleinerung der Kohlen nach dem Rost einzurichten. Sind die Kohlen zu groß, so schlägt man sie klein und enthalten sie zu viel Staub, so siebt man sie aus und macht den ausgesiebten Staub dadurch wieder brauchbar, daß man denselben entweder preßt oder verkokt. Letzteres kann einfach in Meilern geschehen, die man zu diesem Zweck irgendwo im Freien setzt. Daher kann die Weite der Zwischenräume zwischen den Roststäben für Steinkohlen fast überall dieselbe sein, nämlich ca. 10^{mm} und man wird finden, daß, wenn die Roststäbe selbst dann $18-20^{mm}$ dick genommen werden, in der Regel die totale Rostfläche 4mal so groß wird als die freie. Man hat daher, wenn A die totale Rostfläche bezeichnet:

$$\text{für Steinkohlen } A = 4\,F = \frac{4}{2800}\,S = {}^1/_{700}\,S$$

Man findet also die **totale Rostfläche** oder den lichten Querschnitt der Feuerbüchse an der Stelle wo die Roststäbe liegen in **Quadratmetern**, wenn man die stündlich zu verdampfende Wassermenge in Kilogrammen durch 700 dividirt, wobei nicht zu vergessen ist, daß die freie Rostfläche $^1/_4$ der totalen sein soll und ferner angenommen ist, daß die Zuggeschwindigkeit $1{,}8^m$ betrage.

Je größer man nun die Heizfläche des Kessels im Vergleich mit der Rostfläche macht, desto besser wird bis zu einer gewissen Grenze der Nutzeffect des Kessels sein. Im Interesse der leichten Transportabilität der Maschine ist es jedoch wünschenswerth, hiermit nicht zu weit zu gehen. Einen Nutzeffect von $66^2/_3$ Procent, wie wir ihn bei der Berechnung des Brennmaterialquantums zu Grunde gelegt haben, erzielt man nach guten Erfahrungen, wenn man die Heizfläche H vierzigmal so groß als die totale Rostfläche macht. Nennt man die Heizfläche in Quadratmetern H, so wird hiernach

$$H = 40\,A = 160\,F = {}^4/_{70}\,S$$

d. h. die **totale Heizfläche** des Locomobilkessels in **Quadratmetern** betrage $^4/_{70}$ von der Anzahl Kilogramm stündlich zu verdampfenden Wassers.

Für Torffeuerung kann man das Verhältniß der freien zur totalen Rostfläche ebenfalls wie 1:4 nehmen, so lange der Torf in ganzen

Stücken und nicht mit Staub vermischt verwandt werden soll, man erhält dann

$$A_3 = 4\ F_3 = 4 \cdot \frac{S}{2160} = {}^1/_{540}\ S.$$

Dann verhält sich also die totale Rostfläche für Torffeuerung zu derjenigen für Steinkohlenfeuerung wie 70 zu 54. Die totale Heizfläche braucht dann nur um so viel größer zu werden, als man durch die Vergrößerung des Rostes in der Feuerbüchse an Heizfläche gewinnt. Dann wird dieselbe etwa

$$H_3 = {}^1/_{16}\ S.$$

Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß die obigen Regeln für die Größenverhältnisse von Rost- und Heizfläche bei Locomobilkesseln nicht als allgemein und einzig gültig hingestellt werden können. Es giebt viele Locomobilfabriken, deren Maschinen diese Verhältnisse auch nicht annähernd innehalten. Es liegt auf der Hand, daß die Verhältnisse des Locomobilkessels sofort ganz andere werden, sobald man nur die Zuggeschwindigkeit, welche wir zu $1{,}8^m$ angenommen haben, vergrößert oder verkleinert. Je stärker der Zug ist, desto mehr Brennmaterial wird auf einem Quadratmeter freier Rostfläche verbrannt und desto größer muß dann die Heizfläche im Verhältniß zur Rostfläche werden. Für Locomotiven z. B. wo die Zuggeschwindigkeit auf 5 Meter steigt, wird die Heizfläche 60 bis 100 mal, im Mittel 80mal so groß als die totale Rostfläche genommen. Auf der anderen Seite findet man bei Schiffskesseln die Heizfläche nur 25 bis 30 mal, im Mittel 27 mal so groß als die Rostfläche. Und bei Locomobilen wird man das Verhältniß der totalen Rostfläche zu der totalen Heizfläche bald größer bald kleiner als 1:40, wie wir es angegeben haben, finden. Das kann so lange als völlig übereinstimmend mit unseren Regeln betrachtet werden, als die Rostfläche dann für eine andere als die von uns angenommene Zuggeschwindigkeit berechnet ist. Obgleich jedoch hier stets ein großer Spielraum gelassen ist und nicht jede Abweichung von den obigen Regeln ein öconomischer Fehler genannt werden kann, so wird man doch finden, daß es nicht rathsam ist, die totale Heizfläche zu Gunsten der leichten Transportabilität erheblich kleiner als ${}^4/_{70}$ S bei Steinkohlenfeuerung und ${}^1/_{16}$ S bei Torffeuerung zu machen, wenn man nicht den Nutzeffect des Kessels beträchtlich herabziehen will. Einen derartigen Fehler wird man bei genauer Prüfung stets finden, auch ohne die Flächen nachzumessen, aber nur dann, wenn man bei

dieser Prüfung die Verdampfungsfähigkeit des Kessels für sich prüft. Daß die Dampfmaschine nach dem Ausdruck Schmidt's „ein gar so geduldiges Ding" ist, bei welchem selbst grobe Dimensionsfehler dem Laien nicht ersichtlich werden und durch Mehrverbrauch von einigen Kilogramm Kohle pro Stunde wieder gut gemacht werden, ist der Grund, warum Locomobilen mit entschieden zu kleiner Heizfläche doch oft zahlreiche Käufer finden.

Zur Berechnung der Blechstärken eines schmiedeeisernen Kessels dient die Formel von Brix, welche für preußisches Maß lautet:

$$\delta = {}^1/_2\, d\,(e^{0{,}003\,n} - 1) + 0{,}1''$$

worin bedeutet:

δ die Blechstärke in preuß. Zollen,
d den Durchmesser des Kessels in pr. Zollen,
e die Basis der natürlichen Logarithmen = 2,71828,
n die Anzahl Atmosphären Ueberdruck.

Für Metermaß lautet diese Formel:

$$\delta = {}^1/_2\, d\,(e^{0{,}003\,n} - 1) + 2{,}5^{mm}$$

worin bedeutet:

δ die Blechstärke in Millimetern,
d den Durchmesser des Kessels in Millimetern,
e die Basis der natürlichen Logarithmen = 2,71828
n die Anzahl Atmosphären Ueberdruck.

Für einen Ueberdruck von 5 Atmosphären wird daher:

$$\delta = {}^1/_2\, d\,(e^{0{,}003\,.\,5} - 1) + 2{,}5$$
$$\delta = 0{,}0075\, d + 2{,}5^{mm}.$$

Die Blechstärke ist daher außer von dem Dampfdruck nur vom Durchmesser des Kessels abhängig. Will man daher mit der Blechstärke nicht über ein bestimmtes Maß hinausgehen, so entsteht die Frage, wie groß darf der Durchmesser eines Kessels sein, dessen Wandstärke nicht größer als etwa 10 Millimeter sein soll, wenn derselbe mit einem Ueberdruck von 5 Atmosphären arbeiten soll. Diese Frage beantwortet unsere Formel, wenn wir darin $\delta = 10$ setzen, wir erhalten

$$10 = 0{,}0075\, d + 2{,}5^{mm}$$

und daraus d = 1000.

Es darf daher der Durchmesser eines Kessels, der mit 5 Atmosphären arbeiten soll, und dessen Wandstärke nicht größer als 10^{mm} sein soll, hiernach nicht größer als ein Meter gemacht werden.

Bevor wir diesen Abschnitt schließen, wollen wir nicht unterlassen, die im Obigen für die Construction eines Kessels gegebenen Regeln an einem Beispiel vollständig durchzuführen.

Beispiel.

Es sei ein Locomobilkessel von der Locomotivform zu construiren für eine stündliche Verdampfung von 400 Kilogramm Wasser. Dabei sei zur Bedingung gemacht, daß die Blechstärke 10 Millimeter nicht überschreite und der Kessel mit 5 Atmosphären Ueberdruck arbeite; es wird dann, wie wir gesehen haben, nothwendig sein, die äußere Feuerbüchse nur 1^{m} breit zu machen. Wenn wir 80^{mm} lichten Zwischenraum zwischen der äußeren und inneren Feuerbüchse nehmen, so erhalten wir die lichte Breite der inneren Feuerbüchse gleich 800 Millimeter.

Bei einem stündlichen Wasserverbrauch von 400 Kilogramm Wasser muß die totale Rostfläche werden $\frac{400}{700} = {}^{4}/_{7}$ Quadratmeter, daher muß die Länge der inneren Feuerbüchse im Lichten betragen

$$\frac{{}^{4}/_{7}}{0,8} = {}^{5}/_{7} \text{ Meter} = 0^{m},714.$$

Jetzt können wir schon anfangen zu zeichnen. Der lichte Durchmesser des Langkessels wird gleich der lichten Breite der inneren Feuerbüchse (0^{m},8) gemacht; der äußere Durchmesser daher 800 + 20 = 820 Millimeter; wir zeichnen daher zunächst (Tafel 2 Fig. 1 in $^{1}/_{5}$ nat. Gr.) zwei Kreise vom Durchmesser 820 und 800 Millimeter.

Dann nehmen wir den mittleren Wasserspiegel auf $^{3}/_{4}$ der lichten Höhe des Kessels oder $^{1}/_{4}$ des lichten Durchmessers über dem Mittelpunct an.

Nach dem preußischen Kesselgesetz muß der höchste Punct der feuerberührten Fläche eines Dampfkessels 105^{mm} unter dem Wasserspiegel liegen, daher ergiebt sich sofort die Lage der Oberkante der inneren Feuerbüchse in unserer Zeichnung, da dies der höchste Punct der feuerberührten Fläche eines Kessels von der Locomotivform ist. Wir können also nunmehr die innere Feuerbüchse fertig zeichnen. Dann ermittelt man auf der Zeichnung, wie viel Siederohre in der Rohrwand Platz finden und zwar geschieht dies am besten gleich auf einem andern Brett in natürlicher Größe, indem man berücksichtigt, daß zwischen dem äußeren Umfang der äußersten Rohre und dem umgebördelten Rande der Rohrplatte der kleinste Zwischenraum 40^{mm}, zwischen den Rohren

und der inneren Wandung des Langkessels der kleinste Zwischenraum 50 mm betragen muß.

Der Durchmesser der Siederohre wird bei Locomobilen in der Regel 57 bis 65 mm genommen. Dann macht man den kleinsten lichten Abstand zwischen den Rohren im Minimum 20 mm. Die Rohre erhalten eine Wandstärke von ca. 3 mm. Dann ist ihr lichter Durchmesser (bei dem äußeren Durchmesser von 65 mm) 59 mm und der innere Umfang $0^m,1853$.

Aus der Zeichnung Fig. 1 Taf. 2 ist ersichtlich, daß unter diesen Verhältnissen 35 Rohre Platz finden.

An Heizfläche bedarf unser Kessel im Ganzen

$$^{3}/_{70}\ S = \frac{3\ .\ 400}{70} = 17 \text{ Quadratmeter.}$$

Wenn wir nun die Oberfläche des Rostes auf $0^m,3$ unter der untersten Reihe Siederohre annehmen (was beiläufig gesagt reichlich für Steinkohlenfeuerung, genügend für Coaksfeuerung ist), so ergiebt sich die lichte Höhe der Feuerbüchse = $0^m,72$, dann ist die Heizfläche der Feuerbüchse folgende:

Seitenflächen	$2 \times 0^m,72\ .\ 0^m,714$	= 1,03 Quadratmeter
Vorder- und Hinterfläche	$2 \times 0^m,8\ .\ 0^m,72$	= 1,15 "
Decke	$0^m,8\ .\ 0^m,714$	= 0,57 "
		2,75 Quadratmeter.

Davon wird abgezogen:

Für die Feuerthür	0,07 Quadratmeter
Für die Siederohre 35 × 0,003 =	0,10 "
	0,17 Quadratmeter.

Daher ist die Heizfläche in der Feuerbüchse:

$$2,75 - 0,17 = 2,58.$$

Dies von der totalen erforderlichen Heizfläche subtrahirt giebt:

$$17 - 2,58 = 14,42 \text{ Quadratmeter.}$$

Diese Fläche von 14,42 Quadratmeter muß nun in den Siederohren hergestellt werden. Die Summe der Umfänge der Siederohre im Innern ist:

$$35\ .\ 0^m,1853 = 6^m,486.$$

Daher die erforderliche Länge derselben:

$$\frac{14,42}{6,475} = 2^m,227.$$

Somit sind denn alle Daten zur vollständigen Aufzeichnung bekannt. Fig. 2 Tafel 2 stellt den Längsschnitt durch die Feuerbüchse in $1/_5$ nat. Gr. dar. Hier ist auch der Rost mit seiner Befestigung gezeichnet, die selbstverständlich so angeordnet werden muß, daß ihre Befestigungsnieten nicht mit den Stehbolzen collidiren.

Es ist schon einmal flüchtig erwähnt, daß man wahrscheinlich mit der Zeit auch bei den Locomobilen anfangen werde, die Sieberohre von dem bei den Locomotiven üblichen Durchmesser zu fertigen, da man hierdurch nicht unbedeutend — caeteris paribus — an Gewicht spart. Dies werde an unserm Beispiel näher untersucht.

In Fig. 5 Tafel 2 ist genau dieselbe Rohrwand wie in Fig. 1, jedoch mit Röhren von 50^{mm} äußerem, 45^{mm} innerem Durchmesser gezeichnet. Wie man sieht, finden von diesen Röhren 54 Platz gegen 35 der weiten Sorte.

Die Summe der inneren Umfänge ist jetzt

$$54 \times 0{,}1414 = 7^{m}{,}635.$$

Es müssen daher diese Röhren, um die Heizfläche 14,42 Quadratmeter zu erzielen, eine Länge haben von

$$\frac{14{,}42}{7{,}635} = 1^{m}{,}888.$$

Dieselben sind daher 2^{m},227 — 1^{m},888 = 0^{m},339 kürzer als jene weiteren, während sie dieselbe Heizfläche geben. Daß man dabei am Gewicht sparen muß, zeigt schon die einfache Betrachtung, daß einmal der Langkessel um 0,339 Meter kürzer wird und daß zweitens die engen Röhren dieselbe Gesammtoberfläche, aber geringere Wandstärke haben. Das Gesammtgewicht der weiteren Röhren beträgt in unserem Fall ca. 333 Kilogramm, das der engeren ca. 278 — Differenz 56 Kilogramm; die Länge von 0^{m},339 des Langkessels wiegt ca. 66 Kilogramm, es wird daher ca. 122 Kilogramm, eine nicht unerhebliche Größe, an Gewicht gespart.

Dagegen verliert man an Wasser- und Dampfraum und zwar, da die gesammten weiten Rohre einen Raum von 222,7 Liter einnehmen und die gesammten engen Rohre einen Raum von 199,2 Liter, müssen wir die Differenz 222,7 — 199,2 = 23,5 subtrahiren von dem Inhalt des verlorenen Ende Langkessel, um diesen Verlust zu finden, derselbe beträgt hiernach 170,38 — 23,5 = 146,88 Liter. Um den Einfluß dieses Verlustes schätzen zu können, brauchen wir nur annähernd den Inhalt des ganzen Kessels auszurechnen. Derselbe beträgt,

die weiten Rohre vorausgesetzt, für den Langkessel ca. 900 Liter und für die Feuerbüchse 400 Liter, zusammen 1300 Liter. Es beträgt daher der Verlust an Kesselinhalt allerdings über 10 Procent des ganzen Inhalts. Daß jedoch hierdurch nicht zu befürchten ist, der Wasser- und Dampfraum würden zu klein, lehrt die Erfahrung an den Locomotiven.

Die erforderliche Größe des Wasser- und Dampfraumes eines Kessels richtet sich nach der Art der Dampfmaschine, die von dem Kessel gespeist werden soll. Niederdruckmaschinen, namentlich einfachwirkende, welche große Cylinderdurchmesser im Vergleich zu ihrer Leistung besitzen, bedürfen in einzelnen Pausen größerer Quantitäten Dampf. Es muß daher in einem Kessel, der eine derartige Maschine speist, der Dampfraum verhältnißmäßig groß genommen werden, damit nicht durch die bloße, durch den Gang der Maschine bedingte Dampfentnahme ein merkliches Schwanken des Dampfdruckes im Dampfkessel entsteht. Wir haben nun oben gesehen, daß einem bestimmten Dampfdruck im Kessel auch eine bestimmte Temperatur des Wassers und Dampfes entspricht. Vermindert sich nun der Druck des Dampfes im Dampfraume, so tritt dadurch sofort der Umstand ein, daß das Wasser eine höhere Temperatur besitzt als der im Augenblick stattfindenden Dampfspannung entspricht. Es tritt daher eine Dampfentwickelung in der ganzen Wassermasse ein, welche ein stürmisches Aufwallen des Ganzen mit sich bringt. Ein solches Aufwallen des Kesselwassers muß deßhalb vermieden werden, weil es bewirkt, daß mit dem aus dem Kessel tretenden Dampf zugleich viel Wasser mitgerissen wird. Anders ist die Sache jedoch bei Dampfmaschinen, welche, wie diejenigen der Locomobilen, doppelt wirkend sind und mit einem Ueberdruck von 5 Atmosphären arbeiten. Hier sind die Dampfcylinder im Verhältniß zur Leistung klein und die Anzahl der Umdrehungen ist so groß, daß ein fast continuirlicher Dampfstrom aus dem Kessel in den Cylinder tritt. Dabei findet dann ein fortwährendes ruhiges Sieden im Kessel statt, welches bewirkt, daß nur wenig Wasser mit dem Dampfe mitgerissen wird.

Allerdings tritt jedoch hier ein anderer Umstand ein, der Berücksichtigung verdient. Je kleiner nämlich der Wasserraum des Kessels ist, desto weniger lange wird der darin zu einem gewissen Zeitpunct vorhandene Wasservorrath ausreichen, desto öfter ist der Heizer gezwungen, die Speisepumpe zu gebrauchen. Ebenso, je kleiner der Wasser- und Dampfraum des Kessels ist, desto fühlbarer wird eine Unregel-

mäßigkeit in der Dampfproduction oder in dem Dampfbedarf. Wenn für kurze Zeit die Dampfproduction stärker ist als der Consum, z. B. wenn die Maschine einmal unvorhergesehen still halten muß, dann werden sofort die Ventile abblasen; umgekehrt, wenn die Dampfproduction geringer ist als der Verbrauch, so wird der Dampfdruck im Kessel sehr schnell abnehmen. Man muß daher beim Betriebe stets Sorge tragen, daß die Dampfproduction möglichst sich nach dem Verbrauch richte. Da aber die Dampfproduction wesentlich von der Stärke des Feuers abhängig ist, so erfordert dasselbe große Aufmerksamkeit und muß stets so regulirt werden, wie der Dampfverbrauch es fordert. Es hat daher der Heizer eine um so schwierigere Arbeit, je kleiner Wasser- und Dampfraum des Kessels sind. Er muß stets auf den Wasserstand achten und das Feuer stets so zu reguliren verstehen, daß weder Ueberfluß noch Mangel an Dampf entsteht. Außer auf regelmäßiges Feuern in kurzen Zwischenräumen kommt hierbei sehr viel auf die richtige Handhabung der Aschklappe an, worüber später ausführlicher in einem eigenen Abschnitt die Rede sein wird.

Daß hiernach der Heizer bei einem Kessel mit kleinem Wasser- und Dampfraum einen schwierigen Posten hat, werden wir uns jedoch niemals veranlaßt fühlen, bei der Construction des Kessels zu berücksichtigen. Wir schließen uns in dieser Beziehung nur an die bereits von Autoritäten ausgesprochene Ansicht an, daß es ein falsches Bestreben sei, dem Wärter einer Maschine die Sache so bequem wie möglich zu machen. Je mehr Wartung eine Dampfmaschine verlangt, desto mehr wird auch der gute Heizer Lust und Interesse dabei haben: die beste Garantie dafür, daß die Aufmerksamkeit eines Heizers während des Ganges der Maschine niemals nachläßt, ist vorhanden, wenn die Maschine seine Aufmerksamkeit stets fordert. Weiter unten, wo von der Behandlung der Maschine im Betriebe die Rede sein wird, werden wir auf diesen Gegenstand zurückkommen. Für jetzt begnügen wir uns damit, zu erklären, daß in der Verminderung des Wasser- und Dampfraumes, wie sie durch Anwendung engerer Siederohre nach unseren obigen Betrachtungen bedingt wird, kein Nachtheil zu suchen ist, da wir die erhöhte dann nothwendige Aufmerksamkeit des Heizers für keinen Nachtheil halten; dagegen sehen wir einen Vortheil in der Verminderung des Wasser- und Dampfraumes in dem Umstande, daß hierdurch ein schnelleres Anheizen der Maschine möglich wird. Schon oben bei Anführung der Constructionsbedingungen für den Kessel der

Locomobile ist darauf hingewiesen, wie wichtig dieser letztere Punct ist. Man hat daher nicht leicht zu befürchten, daß Dampf- und Wasserraum eines Locomobilkessels, der nach der Locomotivenform gebaut ist, zu klein wird. Wenn der Kessel die nach dem Obigen nothwendige Heizfläche hat, so kann man ohne Weiteres versichert sein, daß er auch bei Anwendung enger Siederohre den erforderlichen Inhalt hat.

Um endlich noch den letzten Einwurf zu beseitigen, den man gegen die engen Siederohre machen könnte, daß nämlich die Zahl derselben vermehrt und dadurch die Anzahl der Leckstellen vergrößert werde, so brauchen wir nur darauf hinzuweisen, daß nach der Erfindung und bei Anwendung der oben beschriebenen Siederohrdichtmaschine mit Walzen ein Lecken der Siederohre kaum vorkommen wird und, wenn eingetreten, leicht zu beseitigen ist. Die Warnung von Emil Perels, die derselbe in seinem verdienstvollen Handbuch der landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe gegen allzu viele Siederöhren richtete, kann daher jetzt nicht mehr als stichhaltig gelten, so sehr richtig diese Warnung auch gewesen ist, als das Dichten der Siederohre noch geschah, wie in d. a. Werke Bd. 2. S. 288 beschrieben ist.

Die Figuren 1 bis 5 auf Tafel 2 sind alle in $^1/_5$ d. wirkl. Größe gezeichnet. Man sieht bei diesem Maßstabe mit hinreichender Deutlichkeit das Innere des Kessels, die Verankerungen, die Reinigungslöcher, deren 5 angenommen sind, nämlich 4 am unteren Ende der Feuerbüchse und eins in der vorderen Rohrplatte. In Fig. 2 sieht man die Feuerthür mit ihrer Schutzplatte im Querschnitt, in Fig. 3 in der äußeren Ansicht.

B. Construction und Fabrikation der Maschinen für Locomobilen.

Was oben bei der Besprechung der Construction der Kessel für Locomobilen einleitend angeführt wurde, daß nämlich eine große Mannigfaltigkeit darin herrsche und es fast unmöglich sei, eine vollständige Uebersicht und Kritik aller jemals befolgten Constructionsmethoden zu geben; das gilt auch in ganzem Umfange von der Construction der Maschinen für Locomobilen. Wir müssen auch hier uns darauf beschränken, die Bedingungen zusammenzustellen, welche hierbei zu Grunde

gelegt werden müssen und dann einige der verbreitetsten Anordnungen einer näheren Besprechung unterwerfen, und zu ergründen suchen, ob und in welchem Grade durch dieselben den an sie zu stellenden Anforderungen genügt werde.

Diese Constructionsbedingungen sind in der Hauptsache etwa folgende:

1) Leichtigkeit des Ganzen, welche sowohl durch eine richtige Anordnung der einzelnen Theile als auch durch die Auswahl eines zweckmäßigen Materials für dieselben, so wie endlich durch das Vermeiden aller zu entbehrenden Theile erreicht werden kann. Dieselbe geht Hand in Hand mit der

2) Einfachheit der Maschine. Es ist dies eine Bedingung, welche namentlich für diejenigen Locomobilen besondere Beachtung verdient, welche in der Landwirthschaft Verwendung finden sollen. Auf dem Lande sind Reparaturen schwer auszuführen, oft ist die nächste Maschinenfabrik meilenweit entfernt und am Orte selbst mangelt es an den einfachsten Hilfsmitteln, Werkzeugen u. dgl. dazu. Es ist daher stets eine Reparatur mit verhältnißmäßig großen Kosten und längerer Betriebsstörung verbunden. Daher kommt es, daß eine einfache Maschine, welche wenig Reparatur erfordert, dem Landmanne oft von größerem Werth ist als eine solche, welche vermittelst complicirter Mechanismen Kohlenersparniß erzielt. Es ist jedoch zwischen der wirklichen Einfachheit einer Maschine zu unterscheiden und der scheinbaren, welche Theile der Maschine versteckt, so daß man von außen nichts davon sehen kann, während gerade diese Theile vielleicht einer öfteren Revision und Reparatur bedürftig sind und daher möglichst leicht zugänglich sein sollten. Eine solche Maschine besticht das Auge, weil sie von außen — namentlich dem Laien — einfach aussieht, während das Verbergen von arbeitenden Theilen die größten Nachtheile mit sich bringen muß.

3) Solidität oder Dauerhaftigkeit der Maschine. Das soeben über die Kostspieligkeit und das Zeitraubende der Reparaturen Gesagte gilt auch hierfür. Es steht die Bedingung der Solidität nicht durchaus im Widerspruch mit der unter 1) angeführten Bedingung der Leichtigkeit der Maschine. Denn die Dauerhaftigkeit aller durch Reibung einer Abnutzung ausgesetzten Theile ist nicht bedingt durch vieles Material, welches auf dieselben verwandt ist, sondern durch die Güte des Materials und die genügende Größe und richtige Form der reiben-

den Flächen; bei den auf Festigkeit in Anspruch genommenen Theilen desgleichen von der Güte des Materials und der richtigen Vertheilung desselben. Auch scheinbar ganz unbedeutende und unwesentliche Einrichtungen an der Maschine haben Einfluß auf die Dauerhaftigkeit derselben, wie es z. B. nicht gleichgültig ist, ob die Schmiervorrichtungen auf den Lagern, den Führungslinealen u. s. w. gut oder schlecht sind. Eine Sparsamkeit gerade in diesen scheinbar unbedeutenden Dingen von Seiten der Fabrik ruft oft eine unverhältnißmäßig schnelle Abnutzung der arbeitenden Flächen hervor, welcher Umstand doch schließlich für die Fabrik Nachtheil bringt, da ihr guter Name darunter leidet.

4) Oeconomie im Kohlenverbrauch. Diese Bedingung tritt, soweit sie von den Größenverhältnissen der Maschine abhängig ist, in directen Widerspruch mit der unter 1) genannten Bedingung der möglichsten Leichtigkeit der Maschine. Schon oben wurde einmal erwähnt, daß der Kohlenverbrauch einer Dampfmaschinenanlage von zwei unter einander ganz unabhängigen Dingen beeinflußt wird, nämlich der öconomischen Dampferzeugung im Dampfkessel und der öconomischen Benutzung des Dampfes im Dampfcylinder. Von jener ist bereits ausführlich die Rede gewesen, von dieser soll im Folgenden die Rede sein. Hier sei nur kurz angedeutet, daß eine öconomische Wirkung des Dampfes in der Dampfmaschine nur dann möglich ist, wenn der Dampf nicht während des ganzen Kolbenhubes in den Cylinder strömt, sondern nur für einen Theil desselben. Dann wirkt der Dampf von dem Moment seiner Absperrung an durch seine Expansion. Die ganze Expansionswirkung des Dampfes geschieht ohne Zuführung von neuem Dampf, lediglich durch die in dem im Cylinder bereits befindlichen Dampf enthaltene Wärme. Es ermöglicht daher die Benutzung der Expansionswirkung des Dampfes eine directe Ersparung an Dampf und folglich an Kohlen. Die Benutzung der Expansionswirkung ist desto mehr möglich, je größer der ursprüngliche Druck des Dampfes, d. h. die im Kessel herrschende Spannung desselben ist. Daher kann Kohlenersparniß darin liegen, daß man mit Dampf von hoher Spannung arbeitet, wenn man nämlich die Expansionswirkung desselben so viel wie möglich ausnutzt. Dampfmaschinen mit Steuerung durch einen Schieber, der äußere Deckung hat, arbeiten bekanntlich stets mit Expansion, daher gewinnt man bei solchen durch Steigerung des Dampfdrucks stets öconomischere Resultate.

Bei einem bestimmten Dampfdruck berechnet sich die Leistung der Maschine nach dem mittleren, während des Kolbenweges im Dampfcylinder wirkenden Druck, nämlich wenn man den totalen mittleren Druck, der auf die Fläche des Kolbens wirkt, in Kilogrammen multiplicirt mit dem Weg des Kolbens in Metern pro Secunde, so erhält man die Leistung der Maschine in Kilogrammmetern pro Secunde. Betrachten wir nun den Fall ganz allgemein, wie sich zwei Dampfcylinder in ihrer Größe zu einander verhalten müssen, wenn sie denselben Hub, dieselbe Umdrehungszahl und dieselbe Leistung in Pferdestärken haben und mit derselben Kesselspannung arbeiten sollen, wenn jedoch der eine mit Volldruck, der andere mit Expansion arbeiten soll, so erhellt Folgendes.

Offenbar ist der mittlere Druck pro Flächeneinheit der Kolbenfläche kleiner, wenn der Dampf nicht während des ganzen Hubes mit seiner vollen Spannung wirkt, sondern theilweise durch seine Expansion arbeitet, d. h. mit abnehmender Spannung. Es muß also, damit das Product aus mittlerer Dampfspannung pro Flächeneinheit und Kolbenfläche, oder der totale mittlere Druck auf die Kolbenfläche, dasselbe bleibe, der Kolbendurchmesser derjenigen Maschine größer sein, welche die Expansionswirkung des Dampfes benutzen will. Es wird daher die Maschine, in welcher der Dampf expandirt, d. h. die öconomischere, schon hierdurch die größere und schwerere sein müssen. Ferner aber wird das Gewicht der Expansionsmaschine größer dadurch, daß sich die Berechnung der Dimensionen aller Theile, durch welche oder auf welche die Bewegung des Kolbens übertragen wird, nicht nach der mittleren Spannung auf den Kolben, sondern nach der Maximalspannung richtet. Daher werden die arbeitenden Theile Kolbenstange, Pleulstange, Schwungradwelle 2c. stärker sein müssen bei der Expansionsmaschine als bei der Volldruckmaschine. Endlich ist der Gang einer Maschine, welche mit Expansion arbeitet, ein weit unregelmäßigerer als derjenige einer Volldruckmaschine; eine Expansionsmaschine bedarf daher, um einen ebenso gleichförmigen Gang zu erzielen, eines schwereren Schwungrades. Wir werden später auf diesen Gegenstand zurückkommen; das hier Gesagte wird genügen, um die obige Behauptung begründet erscheinen zu lassen, daß Oeconomie im Kohlenverbrauch, so lange eine bestimmte Dampfspannung festgehalten wird, nicht erzielt werden kann, ohne die Maschine an sich größer und schwerer zu machen, daß also der Anspruch der Sparsamkeit im Kohlenverbrauch in directem

Widerspruch mit der Leichtigkeit der Maschine steht. Es liegt auf der Hand, daß man bei einer Locomobile nicht das äußerste mögliche Maß der Kohlenersparung herbeiführen kann, es ist Sache des Constructeurs der Locomobile, diese Puncte geschickt zu vermitteln.

Das einzige Mittel, die Oeconomie im Kohlenverbrauch der Locomobile zu heben, ohne ihr Gewicht zu vermehren, ist die Steigerung des Dampfdrucks und es ist vorauszusehen, daß man hierin von Jahr zu Jahr fortschreiten wird.

Dampfmäntel (steam jackets), welche namentlich die Wirkung des Dampfes während der Expansionsperiode erhöhen und die Condensation von Dampf im Cylinder in Folge der äußeren Abkühlung verhindern, werden in neuerer Zeit bei Locomobilen außerordentlich viel angewandt.

Condensatoren hat man bisher geglaubt wegen ihres großen Gewichtes bei den Locomobilen nicht anwenden zu können. Um so mehr muß man erstaunt sein, daß kürzlich in England die Anbringung eines Oberflächencondensators an Locomobilen patentirt ist. Die große dazu nöthige Abkühlungsoberfläche soll durch Röhren oder rechteckige Blechkammern hergestellt werden, in deren Innern der Dampf condensirt wird und welche außen ein von einem, durch die Maschine getriebenen Ventilator erzeugter Luftstrom bestreicht. Sorgfältig angestellte Versuche werden zeigen, wie viel Oberfläche und mithin Gewicht ein solcher Apparat haben muß, um ein bestimmtes Quantum Dampf zu condensiren und wie viel von der durch die Condensation gewonnene Arbeit durch den Ventilator wieder absorbirt wird. Daß die Oberfläche eines solchen Condensators verhältnißmäßig groß sein muß, erhellt schon daraus, daß die Condensation des Dampfes in Folge der großen Kolbengeschwindigkeit im Vergleich mit Condensationsmaschinen sehr schnell vor sich gehen muß. Resultate über die practische Anwendung solcher Condensatoren sind bis jetzt nicht bekannt geworden, da die Sache aber patentirt ist, so wird sie jedenfalls hier und dort angewandt werden.

Von ungeheurem Einfluß auf die Oeconomie im Kohlenverbrauch ist auch die practische Ausführung. Alle Verhältnisse einer Dampfmaschine können ausgezeichnet gewählt sein, die Schiebersteuerung tadellos construirt u. s. w. und doch verbraucht die Maschine unverhältnißmäßig viel Kohlen. Undichtheiten im Dampfkolben, in den Dampfschiebern, schlechter Montage oder überhaupt irgend welche Fehler in der Arbeit tragen dann die Schuld. Es giebt aber keinen derartigen

Fehler, der sich nicht bei richtiger Prüfung der Maschine finden ließe. Es muß daher in jeder Locomobilenfabrik als Regel gelten, daß keine Maschine die Anstalt verläßt ohne vorher auf das genaueste geprüft zu werden. Es wird der Prüfung von Locomobilen, welche wir für äußerst wichtig halten, ein besonderes Kapitel gewidmet werden.

Hier kommt endlich noch ein Punkt in Betracht. Eine Locomobile arbeitet nicht immer unter solchen Verhältnissen, daß die größtmögliche Leistung von ihr beansprucht wird. Wenn die Maschine heute zum Betriebe einer combinirten Dampfdreschmaschine verwandt wird, wobei ihre Leistung etwa 10 Pferdestärken beträgt, so kann der Fall eintreten, daß sie morgen den Mahlgang treiben soll, das ausgedroschene Korn zu vermahlen, wobei nur fünf Pferdestärken von ihr gefordert werden. Nun entsteht die Frage: Soll die Maschine mit variabler Expansionsvorrichtung versehen sein oder nicht und wenn Ersteres, soll die Expansionssteuerung durch einen oder zwei Schieber bewirkt werden? Es ist dies eine sehr wichtige und vielfach erörterte Frage, welche keineswegs so leicht zu beantworten ist als dies auf den ersten Augenblick scheint. Würde nun die erste Auslage der Mehrkosten einer variablen Expansionssteuerung mit zwei oder einem Schieber hierbei in Betracht kommen, so würde das Rechenexempel noch einigermaßen einfach sein, es würden Zinsen gegen Brennmaterialersparniß zu rechnen sein. Aber es kommt hinzu, daß eine variable Expansionsvorrichtung stets complicirter ist, als eine einfache Schiebersteuerung, und eine Doppelschiebersteuerung wieder complicirter als eine einfache und daß dieselbe daher jedenfalls mehr Reparaturen verursacht. Bei Locomobilen, wo man wegen der außerordentlich verschiedenen Leistungsgrade ohne variable Expansion nicht auskommen kann, da entsteht ebenfalls die Frage, ob man eine Steuerung mit zwei oder einem Schieber nehmen solle. Und trotz der vielen Versuche, die mit beiden Einrichtungen gemacht sind, trotzdem sich nirgends so leicht wie gerade bei der Locomotive Kohlenverbrauch und Reparaturkosten feststellen lassen, trotzdem ist diese Frage noch heute nicht entschieden, wie wohl man im Allgemeinen mehr auf die Seite der Steuerung mit einem Schieber tritt. Wir werden weiter unten, wo speziell von der Schiebersteuerung die Rede sein wird, diesen Punkt noch näher erörtern.

5. **Leichte Uebersicht über alle freiliegenden arbeitenden Theile der Maschine.** Dies ist eine Bedingung, welche im engsten Zusammenhang mit der Dauerhaftigkeit einer Maschine steht.

Bei jeder Dampfmaschine, welcher Art sie auch sei, ist es wünschenswerth, daß der Maschinist alle Theile unter seiner Controlle habe. Ein thätiger Maschinist muß nicht allein stets die Augen offen haben, um jeden sichtbaren Mangel der Maschine als etwaige Undichtigkeiten der Stopfbüchsen, Loswerden der Schraubenmuttern oder dergleichen sofort zu bemerken, er muß auch durch Anfühlen der Lager sich stets überzeugen, daß nichts warm läuft, er muß endlich auch ein scharfes Ohr für alle ungehörigen Geräusche haben, welche, sei es durch Pfeifen, Schleifen oder Stoßen, anzeigen, daß irgend etwas nicht in Ordnung sei. Der naturgemäße Platz des Heizers ist an der Feuerthür des Kessels, wo er Wasserstandsglas und Manometer stets im Auge haben kann. Man sorge dafür, daß von hier aus die Maschine durch Auge und Ohr vollständig controllirt werden kann. Nur wer glaubt, dies nicht als richtig anerkennen zu müssen, wird Constructionen wie z. B. die der Tuxford'schen Locomobile, wovon man eine Abbildung in dem schon öfter citirten Werk von Emil Perels findet, billigen können. Nach Ansicht des Verfassers ist es ein constructiver Fehler, eine Dampfmaschine in einen Kasten zu schließen und dadurch der unmittelbaren Aufsicht des Heizers zu entziehen, was auch immer die sonstigen vermeintlichen oder wirklichen durch eine solche Anordnung erzielten Vortheile sein mögen.

6. Leichte Zugänglichkeit zu denjenigen arbeitenden Theilen der Maschine, die nicht frei liegen können, und doch ihrer Natur nach von Zeit zu Zeit Reparatur fordern. Hierhin gehören die Schieber und zwar sowohl Dampfschieber als auch Absperrschieber, der Dampfkolben, die Ventile der Speisepumpe. Wir werden Gelegenheit haben, bei der Besprechung der einzelnen Details auf diesen Punkt weiter einzugehen.

Wenn wir noch hinzufügen, daß Locomobilen, welche für landwirthschaftliche Zwecke arbeiten sollen, nicht nur mit allen Vorrichtungen versehen sein müssen, welche zur Sicherheit des Betriebes, sowohl in Bezug auf Kesselexplosion als auch Feuergefährlichkeit nothwendig sind, als da sind: Sicherheitsventile, Wasserstandszeiger, Manometer, Funkenfänger, verschließbarer Aschekasten u. s. w., daß endlich für landwirthschaftliche Locomobilen, namentlich in Districten, wo Dampfmaschinen bisher wenig oder gar nicht eingeführt sind, wünschenswerth ist, daß die Maschine recht geräuschlos arbeite, damit in der Nähe befindliche oder vorbei passirende Pferde nicht scheu werden, so glauben wir hier-

mit die Grundzüge der Construction von Locomobilen vollständig gegeben zu haben.

Während bei den Locomobilen die Bedingung der Oeconomie im Kohlenverbrauch erst in vierter Linie aufgeführt ist, muß dieselbe für transportable Dampfmaschinen vorangestellt werden. Transportable Dampfmaschinen sind, wie schon oben einmal hervorgehoben ist, wenngleich verwandt in der Construction mit den Locomobilen, doch von einem ganz anderen Gesichtspunkte zu beurtheilen. Dieselben arbeiten meist unter denselben Verhältnissen wie stationäre Dampfmaschinen. Sie finden am meisten Verwendung für industrielle Zwecke in den Städten und werden durchschnittlich besser beaufsichtigt und besser in Reparatur gehalten. Hier spielt eine Brennmaterialersparniß eine viel vorwiegendere Rolle als etwaige Reparaturkosten, da letztere leichter und mit geringerer Betriebsstörung ausgeführt werden können. Es kann mit Recht behauptet werden, daß man in diesem Punkt noch weit hinter dem Erreichbaren zurückgeblieben ist. Ueberall hört man es als Thatsache anführen, daß kleine Dampfmaschinen unvortheilhaft in Bezug auf Kohlenverbrauch pro Pferdestärke arbeiten und doch ist es gerade für den kleineren Betrieb, für welchen dieselben Verwendung finden, oft geradezu Lebensfrage, eine billige Betriebskraft zu erhalten. Es ist schwer zu entscheiden, an wem hier die Schuld liege, an den Fabrikanten oder an der mangelnden Einsicht des Publicums, so viel steht jedoch fest: an dem jetzigen Stande der Technik überhaupt liegt es nicht. Es ist nach dem jetzigen Stande der Technik möglich, auch kleine Maschinen von selbst $^1/_4$ Pferdestärke und darunter mit durchaus mäßigem Kohlenverbrauch zu construiren, freilich ist es jedoch dabei nothwendig, daß eine solche kleine Maschine mit allen Hülfsmitteln versehen ist, welche möglich und geboten sind, um eine Ersparung im Kohlenverbrauch herbeizuführen. Man gebe nicht allein dem Kessel eine ausreichende Heizfläche, sondern man statte auch die Dampfmaschine mit der besten Expansionssteuerung aus und schütze den Dampfkessel sowohl als den Dampfcylinder möglichst gegen äußere Abkühlung. Letzteres ist ein Umstand von der allergrößten Wichtigkeit. Denn je kleiner eine Dampfmaschine ist, desto größer ist die schädliche Abkühlungsfläche im Verhältniß zum Volumen derselben, desto fühlbarer wird eine Abkühlung sein. Diese Thatsache hat sich dem Verfasser niemals mehr aufgedrängt als bei der Betrachtung eines ganz kleinen Modells einer Dampfmaschine. Hier war der Kessel aus Weißblech gelöthet und die

Maschine auf der Decke desselben befestigt, der Cylinder hatte ungefähr den Inhalt eines Fingerhuts. Wenn dieses kleine Modell arbeitete — eine Spiritusflamme war die Wärmequelle — so genügte es mittelst eines Glasrohres auf die Decke des Kessels zu blasen, um die Maschine sehr schnell völlig zum Stillstand zu bringen, wohl bemerkt, so daß die Spiritusflamme ruhig und ungestört fortbrannte. Sobald der schädliche Luftstrom aufhörte, so begann sofort wieder die Bewegung der Maschine, zuerst langsam, jedoch schneller werdend und nach kurzer Zeit so schnell, daß die Schwungradwelle — von der ungefähren Dicke eines Streichholzes — wohl an tausend Umdrehungen in der Minute machte. Wenn die Geschwindigkeit zu arg wurde, so daß der Kessel kein genügendes Fundament mehr bildete, sondern anfing bedenklich zu wackeln, so brauchte man nur wenige Secunden lang wieder mit der Glasröhre auf die Kesseldecke zu blasen, um sofort wieder völligen Stillstand herbeizuführen. Anschaulicher konnte der schädliche Einfluß einer Abkühlung des Kessels und Dampfcylinders nicht gezeigt werden. Man schütze daher vor allen Dingen den Kessel und Dampfcylinder einer kleinen Dampfmaschine durch besonders sorgfältige Bekleidung, den Cylinder am besten durch Dampfmantel, vor Abkühlung. Wir würden diesem scheinbar so einfachen und unbestreitbaren Gegenstande nicht eine so ausführliche Behandlung widmen, wenn wir nicht gefunden hätten, daß der hier gerügte Fehler ein fast allgemeiner ist. Eine sehr große Anzahl von transportablen Dampfmaschinen sieht man mit gar nicht oder schlecht verkleidetem Kessel und Cylinder arbeiten. Es muß wohl die Betrachtung, daß die Abkühlungsfläche absolut genommen nur klein ist, zu diesem Fehler führen. Dabei vergißt man, daß, wenn dieselbe an sich klein ist, sie doch im Verhältniß zum Inhalt des Ganzen sehr groß ist, daß eine schädliche Abkühlung daher den Brennstoffverbrauch pro Pferdestärke sehr beeinflussen kann.

Auch die Arbeit muß an kleinen Maschinen für manche Theile viel feiner sein als an größeren. Wenn es bei einer großen Dampfmaschine genügt, den Dampfschieber, nachdem er gehobelt ist, mit der Bastardfeile und höchstens mit der Schlichtfeile nach der Richtplatte zu bearbeiten, worauf man den Schieber selbst als Richtplatte für die Schieberfläche am Cylinder benutzt, so muß das Abrichten des Schiebers einer kleinen Maschine durch sorgfältiges Schaben nach einer kleinen wohlbearbeiteten Richtplatte geschehen und die Schieberfläche am Dampfcylinder ebenfalls nach der Richtplatte bearbeitet werden. Ebenso muß

der Kolben sehr sorgfältig bearbeitet werden. Die Ringe müssen nicht nur im Kolbenkörper, sondern der fertige Kolben im Cylinder eingeschliffen werden. Letzteres würde bei einem großen Cylinder nicht thunlich sein und ist auch nicht nothwendig, weil bei einem großen Kolben der Umfang im Verhältniß zur Fläche viel kleiner ist als bei einem kleinen Kolben, da bekanntlich die Umfänge eines Kreises sich wie die Radien, die Flächen aber wie die Quadrate der Radien verhalten.

Wenn wir ferner für Locomobilen die Bedingung der Leichtigkeit und Einfachheit vorangestellt haben, so sind diese Eigenschaften für transportable Dampfmaschinen nicht von derselben Wichtigkeit, wenn gleich Einfachheit auch hier, wie auch für stationäre Dampfmaschinen wünschenswerth ist. Dagegen kommt es oft darauf an, die transportable Dampfmaschine sei einzurichten, daß sie wenig Platz einnimmt und leicht aufzustellen ist d. h. namentlich womöglich gar keines Mauerwerkes zur Aufstellung bedarf, und zwar ist die Raumersparniß in der Regel wünschenswerther in Bezug auf die Grundfläche als in Bezug auf die Höhe. Daher sind die meisten Kessel und Maschinen der transportablen Dampfmaschinen so angeordnet, daß sie aufrecht stehen. Wenn es für die Kesselconstruction seine Schwierigkeiten hat hierbei namentlich den Kessel dauerhaft und öconomisch in Bezug auf Brennmaterialverbrauch herzustellen, so hat es für die Maschine dagegen gar keine Schwierigkeiten, sie aufrecht stehend zu construiren. Eine stehende Maschine ist durchaus ebenso zweckmäßig als eine liegende, ja es giebt viele Constructeure, welche die verticalen Maschinen durchweg den horizontalen vorziehen.

Im Folgenden sind nun zunächst einige Abbildungen von Locomobilen in ihrer allgemeinen Anordnung gegeben. Wir unterlassen jedoch nicht ausdrücklich zu bemerken, daß wir damit, daß wir hier die Abbildungen einzelner Constructionen geben, weder auszusprechen beabsichtigen, daß diese Constructionen in allen Dingen vollkommen nach unserer Ansicht seien, noch daß sie vor anderen, die wir hier nicht publiciren können, den Vorzug verdienen, wir geben gerade diese Holzschnitte, weil theils das Material dazu zur Hand war und theils ein freundliches Entgegenkommen der Herren Fabricanten dasselbe lieferte. Eine Kritik specieller Fabricate specieller Fabricanten hier zu liefern ist nicht der Ort, es handelt sich hier nur um eine Zusammenstellung und Kritik der Constructionsprincipien und werden wir bei

der Beschreibung der Details noch spezieller unsere Ansichten in dieser Beziehung äußern können.

Holzschnitt 15 stellt eine englische Locomobile dar und zwar wie dieselbe von der Firma Brown & May gebaut worden. Dieselbe zeigt sehr gut den Typus der englischen Locomobilen. Es herrscht, wie schon oben einmal bemerkt, eine große Aehnlichkeit unter den Maschinen englischer Fabricanten, von denen nur wenige eine Ausnahme machen. Doch so groß auch die Aehnlichkeit im äußeren und allgemeinen Arrangement ist, so groß ist oft auch die Verschiedenheit in den Details.

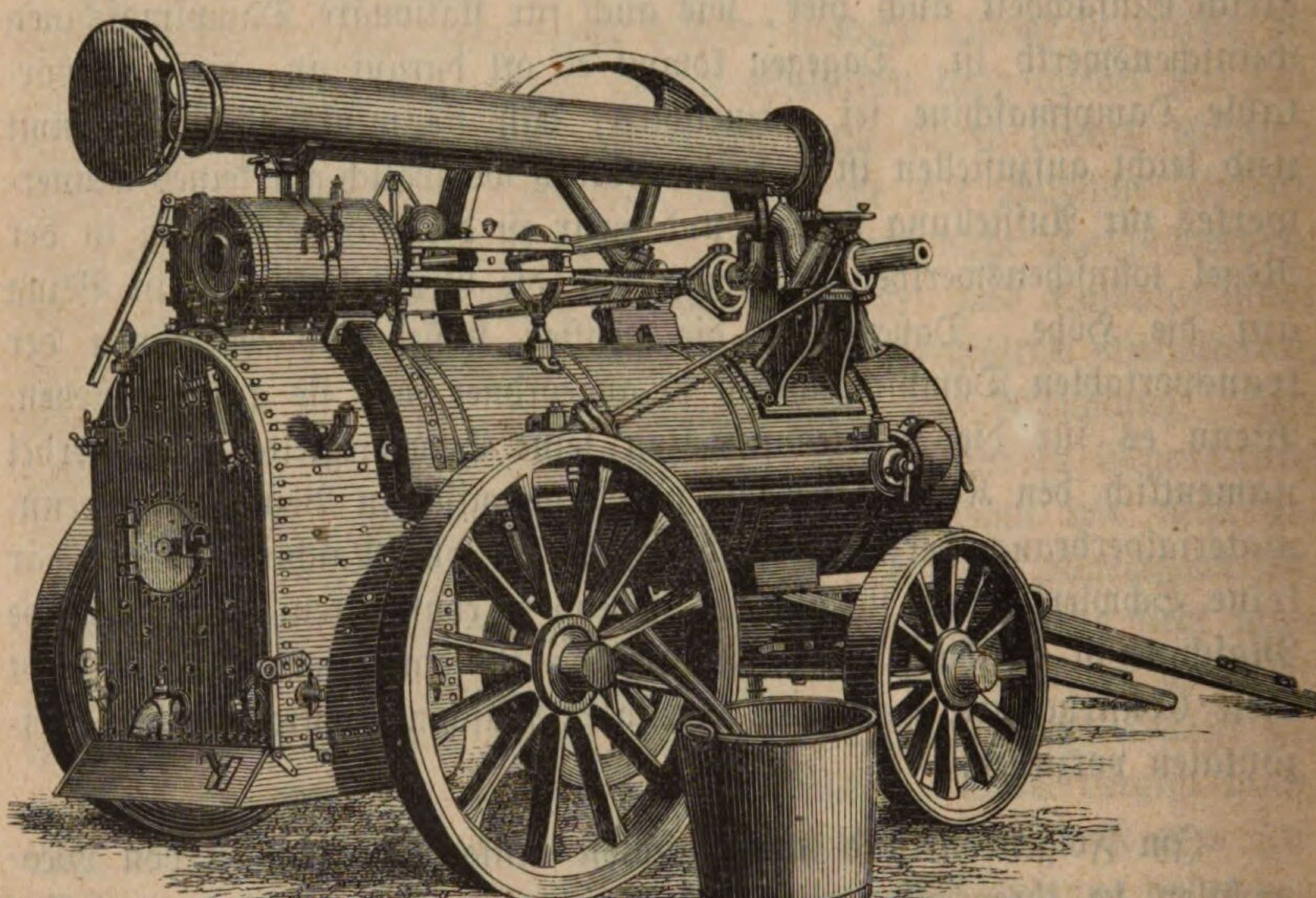


Fig. 15.

Bei dieser Maschine sind Cylinder und Schwungradwellenlager, wie bei fast allen englischen Maschinen, direct auf den Kessel aufgeschraubt. Der Kessel ist von der Locomotivform, die Geradführung besteht aus vier Gleitlinealen, die Kurbelwelle ist gekröpft und zwar sitzt die Kurbel und somit auch der Dampfcylinder bedeutend aus der Mitte. Eigenthümlich ist bei dieser Maschine die Anordnung des Ausströmungsrohres, welches zugleich Vorwärmer und Trittbrett für den Maschinisten ist. Die Speisepumpe ist ziemlich weit nach hinten ge-

legt, um die Pumpenexcentrikstange recht lang zu erhalten. Der Centrifugalregulator wird durch einen Riemen getrieben; die Absperrung des Dampfes geschieht vermittelst eines Schiebers.

Fast bei allen englischen Locomobilen ist der Kessel von der Locomotivform und nur Ransomes, Sims & Head machen hiervon eine Ausnahme, da sie einen Theil ihrer Kessel nach dem von ihren Ingenieuren Biddel & Balk erfundenen und benannten System anfertigen (oben beschrieben und abgebildet) sowie Tuxford & Sons, welche sowohl in Construction ihrer Kessel als auch in der Anordnung der Maschine eine durchaus exclusive Stellung einnehmen. Nach dem alten Satz, daß nichts so auffallend ist, daß es nicht Nachahmer fände, finden wir auch diese Construction von einer deutschen Maschinenfabrik nachgeahmt.

Cylinder und Schwungradwellenlager sind bei fast allen englischen Locomobilen direct auf den Kessel aufgeschraubt und zwar bestehen die letzteren entweder aus zwei getrennten gußeisernen Böcken (brackets) oder dieselben bilden ein einziges Gußstück (saddle), welches sich sattelförmig an den Kessel anschließt. Die Kurbelwelle (crank shaft) trägt das Schwungrad (fly wheel), welches in der Regel an seinem äußeren Umfange abgedreht ist, und somit zugleich als Riemenscheibe dient. Mitunter ist auch eine dreieckige Rinne in den äußeren Kranz für Drahtseilbetrieb eingearbeitet.

Soweit dem Verfasser die englischen Locomobilen bekannt sind, liegt bei allen außer einer einzigen (derjenigen von Ransomes, Sims & Head) die Achse des Cylinders und somit auch die Mitte der Kurbel beträchtlich aus der Mitte des Kessels. Verfasser kann für diese Anordnung schlechterdings keinen andern Grund finden als den, daß man dabei die Schwungradwelle und die Cylindermitte etwas tiefer legen kann, denn die Höhe der Schwungradwelle über dem Kessel ist wesentlich dadurch bedingt, daß die Kurbel und der Pleuelstangenkopf mit seinen Keilen bei der Umdrehung freigehen d. h. nicht auf dem Kessel aufstoßen. Da nun der Kessel in der Mitte offensichtlich am höchsten ist, so muß die Schwungradwelle am höchsten liegen, wenn die Kurbel in der Mitte freigehen soll.

Bei vielen englischen Locomobilen wird das Dampfausströmungsrohr (exhaust pipe) durch den Dampfraum des Kessels geführt. Wie schon bemerkt, macht die in Holzschnitt Fig. 15 abgebildete Maschine eine Ausnahme hiervon.

Der oben angegebenen Constructionsbedingung für gute Locomobilen, daß Dampf- und Absperrschieber zum Zweck von Revisionen und Reparaturen durchaus leicht zugänglich gemacht werden sollen, wird von vielen englischen Fabriken zuwider gehandelt. Bald der eine, bald der andere, mitunter auch beide Schieber, sind bei vielen Maschinen, welche in berühmten Fabriken gefertigt werden und auf allen Ausstellungen mit Preisen bedacht worden, derartig versteckt und verschlossen, daß man schlechterdings nicht dazu gelangen kann ohne den ganzen Dampfcylinder vom Kessel abzunehmen d. h. so zu sagen die ganze Maschine zu demontiren. So mancher unserer deutschen Maschinenfabricanten, dem die Reparatur von englischen Locomobilen zufällt, wird dem Verfasser zugeben, daß dieser Umstand geeignet ist, demjenigen nicht geringe Verdrießlichkeiten zu bereiten, der eine verhältnißmäßig so kleine Reparatur, wie das Abrichten der Schieber an sich ist, mit einem so unverhältnißmäßigen Aufwand von Arbeit verbunden sieht. Dergleichen ist in der That geeignet einen Techniker in Verzweiflung zu bringen. Was aber hierbei besonders zu beklagen ist, ist der Umstand, daß wir Deutschen, die wir uns mit Recht mit der wissenschaftlichen Bildung unserer Techniker rühmen, dennoch sehen müssen, wie dergleichen schlechte Constructionen von deutschen Fabricanten copirt werden. Das macht der deutschen Technik wenig Ehre. Es mag entschuldigt werden, wenn wir die landwirthschaftlichen Geräthe Englands und Amerikas, welche wesentlich nicht durch theoretische Studien, sondern durch eine Reihe practischer Versuche, Beobachtungen und Erfahrungen entwickelt sind, wie die Dreschmaschinen, Mähmaschinen, Säemaschinen, Eggen und wie sie alle heißen mögen, getreu copiren, und uns somit die kostspieligen Erfahrungen, welche Jene gemacht haben, zu Nutze machen, — ja man wird sogar darüber lächeln müssen, wenn an dergleichen rein practischen Geräthen ein deutscher Constructeur, der vielleicht niemals Gelegenheit zum practischen Gebrauch derselben gehabt hat, sofort am Reißbrett zu verbessern anfängt, — aber dabei muß es auch sein Bewenden haben. Auf dem Gebiete der Locomobilen als Motoren muß der Deutsche billig ebensogut zu Hause sein als der Engländer, sie erfordern zu ihrer Construction vor Allem eines Constructeurs, dem theoretische neben practischer Bildung zur Seite steht und von einem Solchen sollte man billig verlangen, daß er doch erst eine Maschine zum mindesten einer gründlichen Kritik unterwerfe ehe er sie nachbaut.

Die Schieberstange wird bei den englischen Locomobilen in der Regel nur durch die Stopfbüchse geführt. Das geht sehr gut so lange die Maschine ganz neu ist; ist jedoch der messingene Stopfbüchseneinsatz erst etwas ausgeschliffen, was nach kurzem Arbeiten eintritt, dann hat die Verpackung den ganzen Seitendruck auszuhalten. Die Folge ist, daß die Stopfbüchse nur dampfdicht wird, wenn die Schrauben unnöthig stark angezogen werden; das giebt dann unnöthige Reibung hier und am Excenterring; dieser Mangel muß um so mehr auffallen, als eine längere Führung mit nachstellbaren Messingschalen sich mit geringem Kostenaufwand etwa in Gestalt eines leichten Bockes am Schieberkastendeckel anbringen ließe.

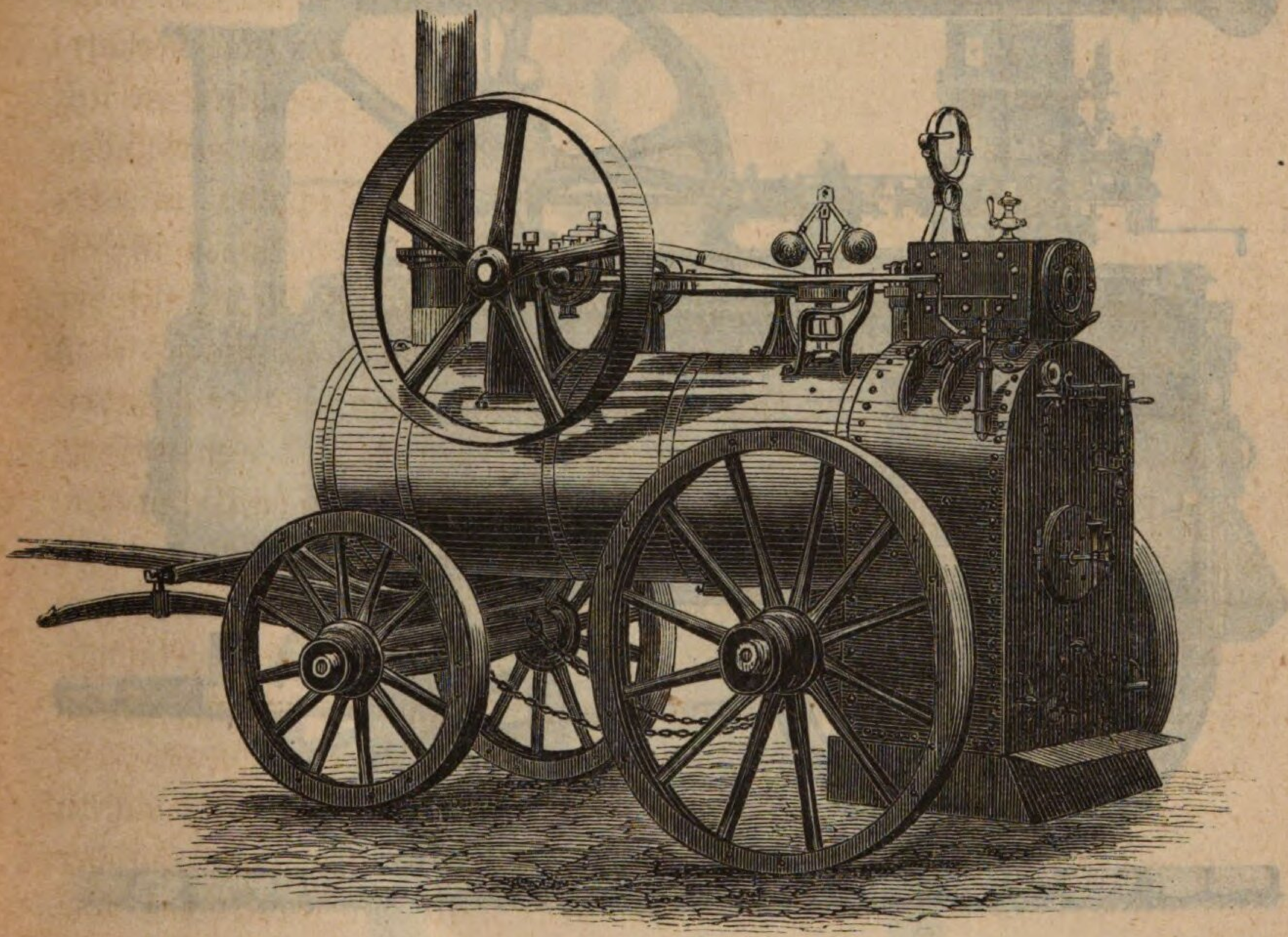


Fig. 16.

Daß der Regulator bei den englischen Maschinen durch Riemen betrieben wird, muß ebenfalls getadelt werden. Ein Centrifugalregulator wird zuverlässig nur durch Zahnräder betrieben.

Alle diese Punkte werden später, wo die Details der Locomobile besprochen werden, noch ausführlicher behandelt, hier muß jedoch nach so vielem Tadel, der über die englischen Maschinen im Allgemeinen

ausgesprochen ist, auch das Gute derselben im Allgemeinen hervorgehoben werden.

Die Geradeführung an den englischen Locomobilen, soweit sie, wie in Holzschnitt 15, aus 4 Gleitlinealen besteht, entspricht ihrem Zweck in vorzüglicher Weise, ihr steht nur diejenige aus zwei breiten Gleitlinealen ebenbürtig zur Seite, welche bei uns bei Locomotiven in neuerer Zeit fast ausschließlich Anwendung findet; freilich gehört dazu, daß sie sehr genau gearbeitet wird und das muß zum Ruhme der englischen

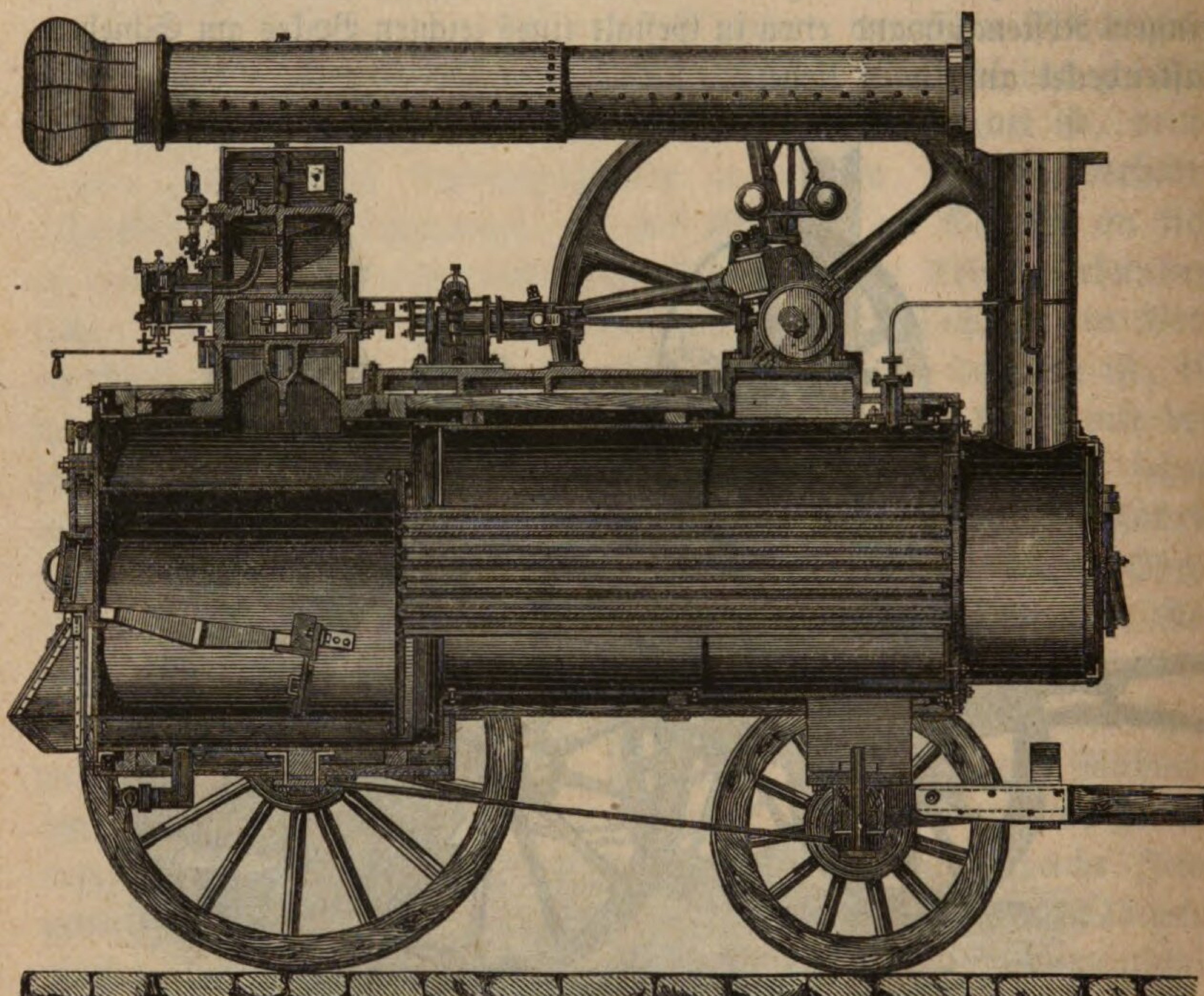


Fig. 17.

Locomobilen im Allgemeinen gesagt werden: exact gearbeitet sind diese Führungen in der Regel, wie auch die Montirung der Maschinen im Allgemeinen eine vortreffliche ist. Ebenso verdient die leichte Transportabilität der englischen Maschinen lobend anerkannt zu werden namentlich gegenüber den französischen, welche letzteren freilich weniger für die Zwecke der Landwirthschaft als für bauliche Zwecke, zum Wasserpumpen u. dgl. dienen, wo die Rücksicht auf geringen Kohlen-

verbrauch, wie bei unseren transportablen Dampfmaschinen mit Recht diejenige auf leichte Transportabilität überwiegt.

Auch ist endlich lobend anzuerkennen, daß die Formen der englischen Locomobilen meist für das Auge recht gefällig sind.

In Holzschnitt Fig. 16 ist eine ähnliche Maschine dargestellt, wie dieselbe in der Fabrik von Ernst Brockelmann in Gustrow gebaut worden. Hier präsentirt sich die Maschine von der anderen Seite, so daß die Anordnung des Centrifugalregulators, der Schieberkastenverschluß u. s. w. zu sehen sind. Der Holzschnitt Fig. 16 ist nach einer Photographie gefertigt, für welche wir der Firma Ernst Brockelmann zu Dank verpflichtet sind.

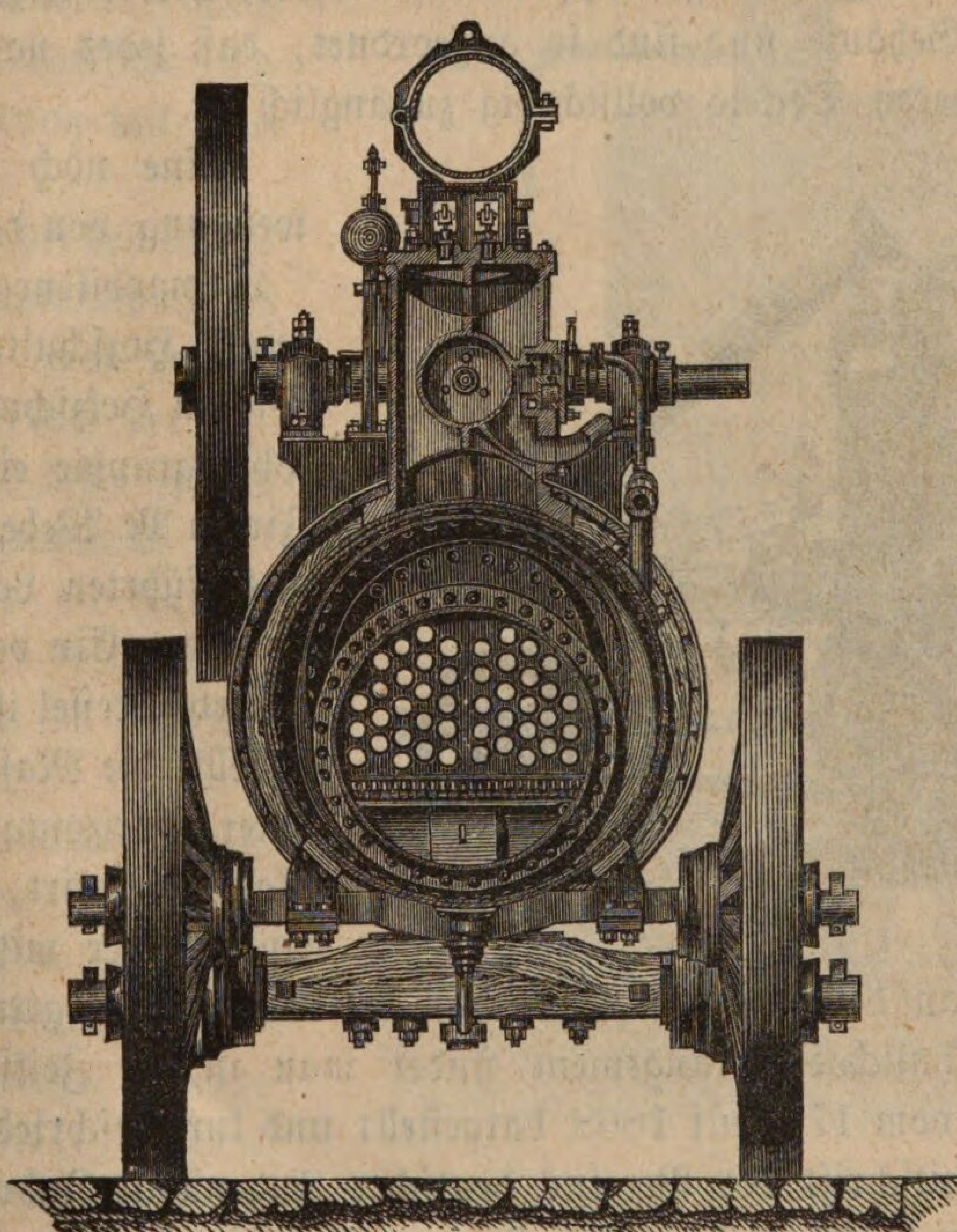


Fig. 18.

Die beiden anderen Abbildungen Fig. 17 und 18 verdanken wir dem Herrn R. Wolf in Buckau bei Magdeburg, dem Fabricanten dieser Locomobile. Die Anordnung derselben zeigt die bedeutendsten Abweichungen von den obigen. Die Construction des Kessels derselben ist

schon oben besprochen. Auf demselben sind Cylinder und Lagerbock direct aufgenietet, der Cylinder in einer größeren Dampfkammer eingeschlossen. Zwischen Cylinder und Lagerbock ist ein beide Stücke verbindender Steg derartig eingeschaltet, daß er zwar mit dem Sattelbock fest verbunden ist, mit dem Cylinderdom jedoch so, daß ihm hier eine Verschiebung in der Längenrichtung des Kessels gestattet ist. Dieser Steg dient als Grundplatte für die Geradeführung und die Speisepumpe. Sehr einfach ist bei dieser Maschine die Anordnung, wonach Speisepumpe und Dampfschieber von demselben Excentric und mit derselben Excentricstange betrieben wird. Der Centrifugalregulator wird bei dieser Maschine von der Schwungradwelle aus durch conische Räder getrieben. Drosselklappen und Absperrschieber liegen in einem besonderen Gehäuse und sind so angeordnet, daß jedes nach Abnahme eines besonderen Deckels vollständig zugänglich ist.

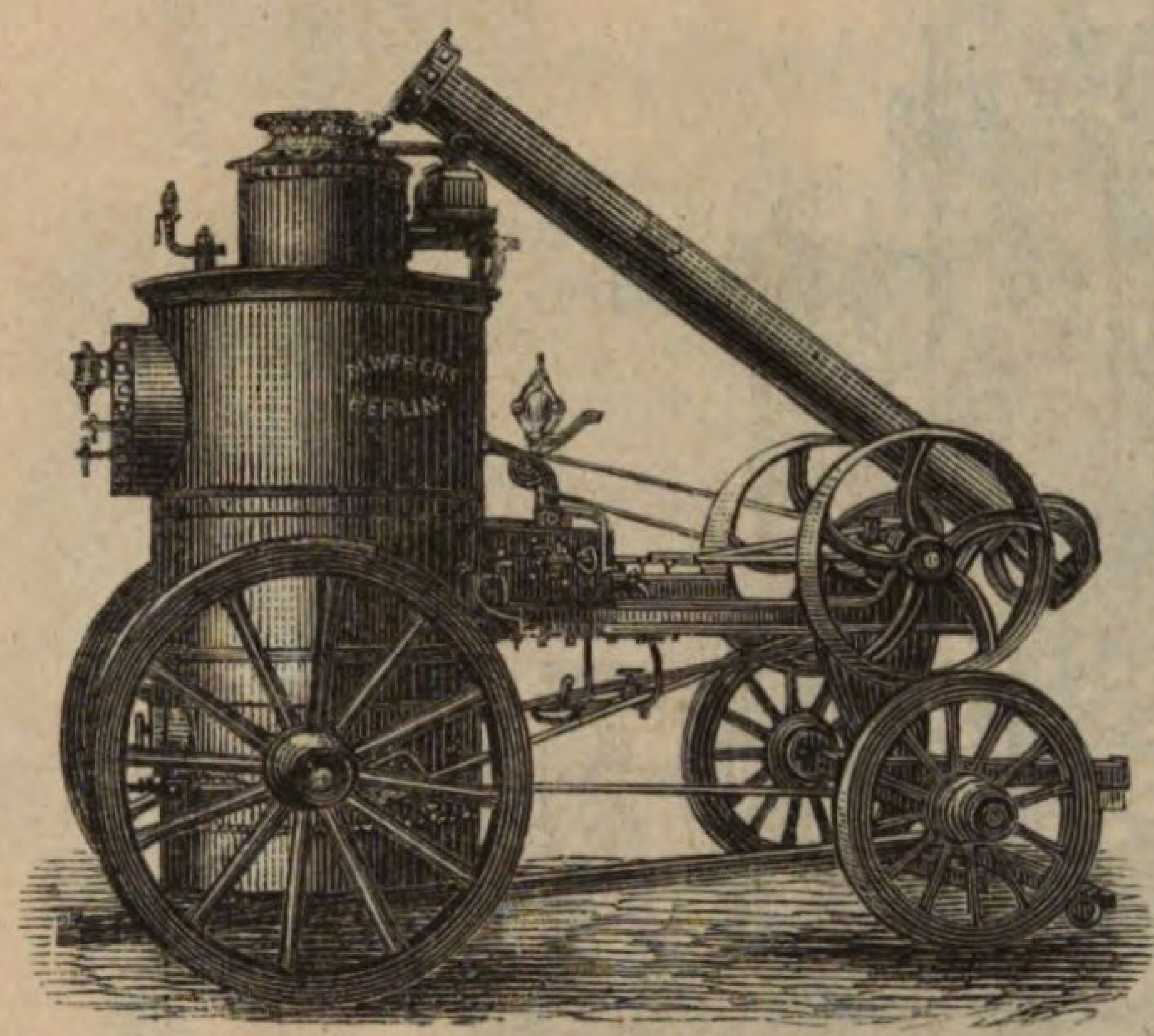


Fig. 19.

Eine noch größere Abweichung von der englischen Locomobilenconstruction zeigt Hozschnitt Fig. 19. Diesem Holzschnitt liegt eine Photographie einer von der Firma M. Webers in Berlin ausgeführten Locomobile zu Grunde. Ein verticaler, bekleideter Kessel ist auf Räder gestellt, die Maschine ist auf einer horizontalen Grundplatte montirt, welche an einem Ende mit dem Kessel verbunden, an dem anderen Ende von der Vorderachse getragen wird. Ein ganz ähnliches Arrangement findet man in der Zeitschrift „Engineering" vom 17. Juli 1868 dargestellt und kurz beschrieben. Ebenso ist in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Jahrgang 1869 Tafel 24 eine Locomobile der Firma Paucksch & Freund desselben Arrangements dargestellt. Der Werth dieser Construction steht und fällt mit demjenigen der Field'schen Röhrenkessel, worüber oben die Rede gewesen ist. Das unverkennbare Bestreben, welches bei dieser Construction zu Grunde gelegen hat, die Maschine unabhängig vom Kessel zu machen, findet man vielfach in den Constructionen der Lo-

comobilen sowohl wie der transportablen Dampfmaschinen ausgedrückt.

Ein Beispiel einer transportablen Dampfmaschine giebt Holzschnitt Fig. 20, die nach einer Photographie gefertigt ist, welche wir der Firma Sievers & Co. in Kalk bei Deutz a. Rh. verdanken. Hier ist der verticale, bekleidete Kessel auf einer gußeisernen hohlen Grundplatte befestigt, welche zugleich die Fundamentplatte für die Maschine bildet. Die Maschine ist so angeordnet, daß der Cylinder auf der Grundplatte befestigt ist und die Schwungradwelle darüber in zwei hohen Böcken gelagert ist. Die Schiebersteuerung ist die sogenannte Meyer'sche Expansionssteuerung mit zwei Schiebern.

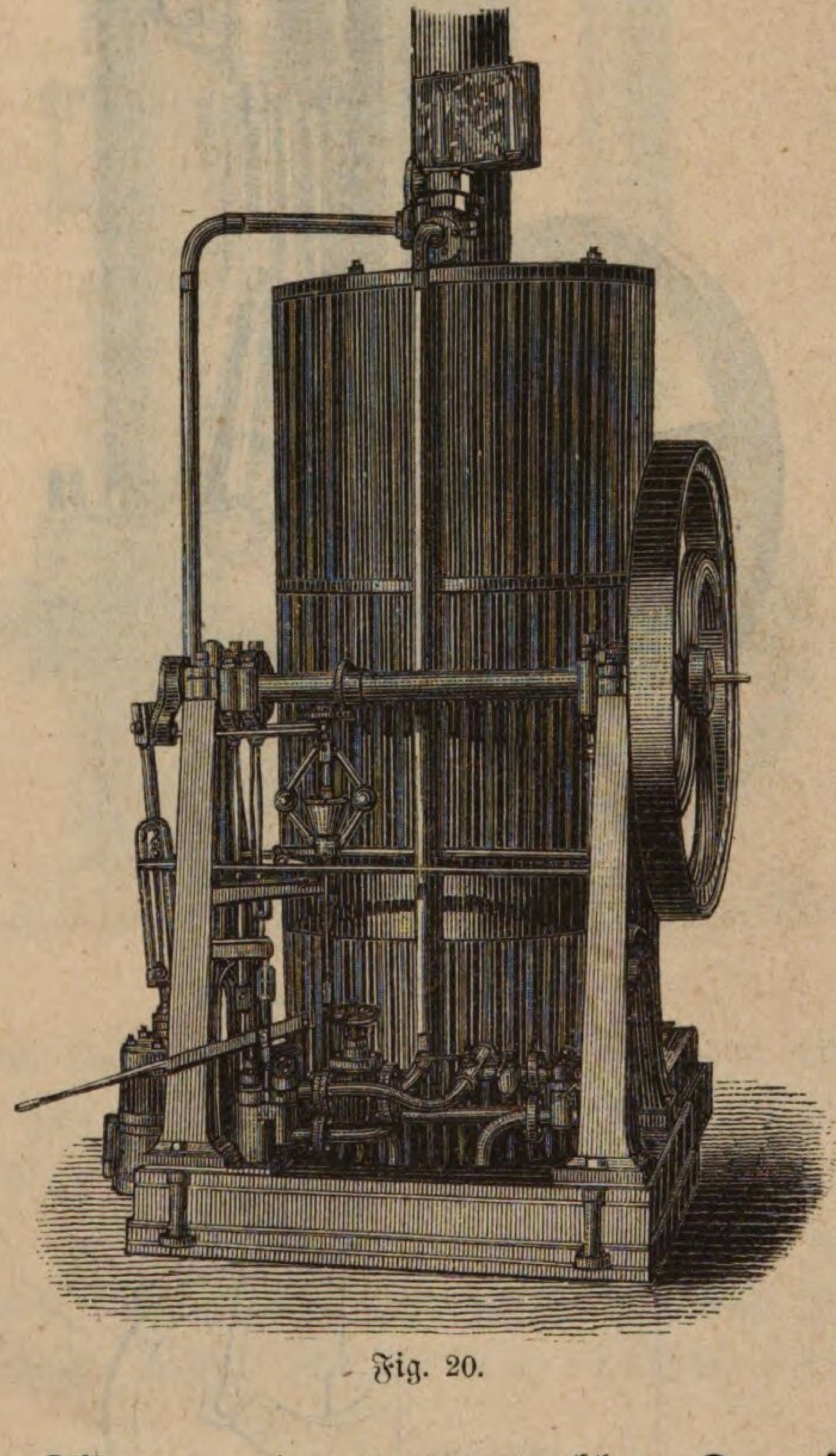


Fig. 20.

Oft wird bei den transportablen Dampfmaschinen die Maschine auch so angeordnet, daß sich der Cylinder oberhalb befindet und die Schwungradwelle unmittelbar über die Grundplatte gelagert wird, wie Holzschnitt Fig. 21 dies anschaulich macht.

Bei sehr vielen transportablen Dampfmaschinen wird die Maschine aber nicht auf einer besonderen Grundplatte vom Kessel unabhängig montirt, sondern direct am Kessel befestigt. Solches Arrangement zeigt die Skizze von der transportablen Dampfmaschine Holzschnitt Fig. 22, aus der Fabrik von M. Webers Berlin, deren Kessel oben in den Holzschnitten Figur 7 und 8 abgebildet wurde.

Eine transportable Dampfmaschine von zwei bis drei Pferdekräften aus der Maschinenfabrik von Uhlands Technicum, Uhland und Carstens zu Frankenberg bei Chemnitz, Königreich Sachsen, stellt der umstehende

Holzschnitt Fig. 23 dar. Der uns von der genannten Fabrik freundlichst übersandte Prospect dieser Fabrik sagt darüber auszüglich Folgendes, worüber wir uns aus begreiflichen Gründen jeglicher Kritik enthalten:

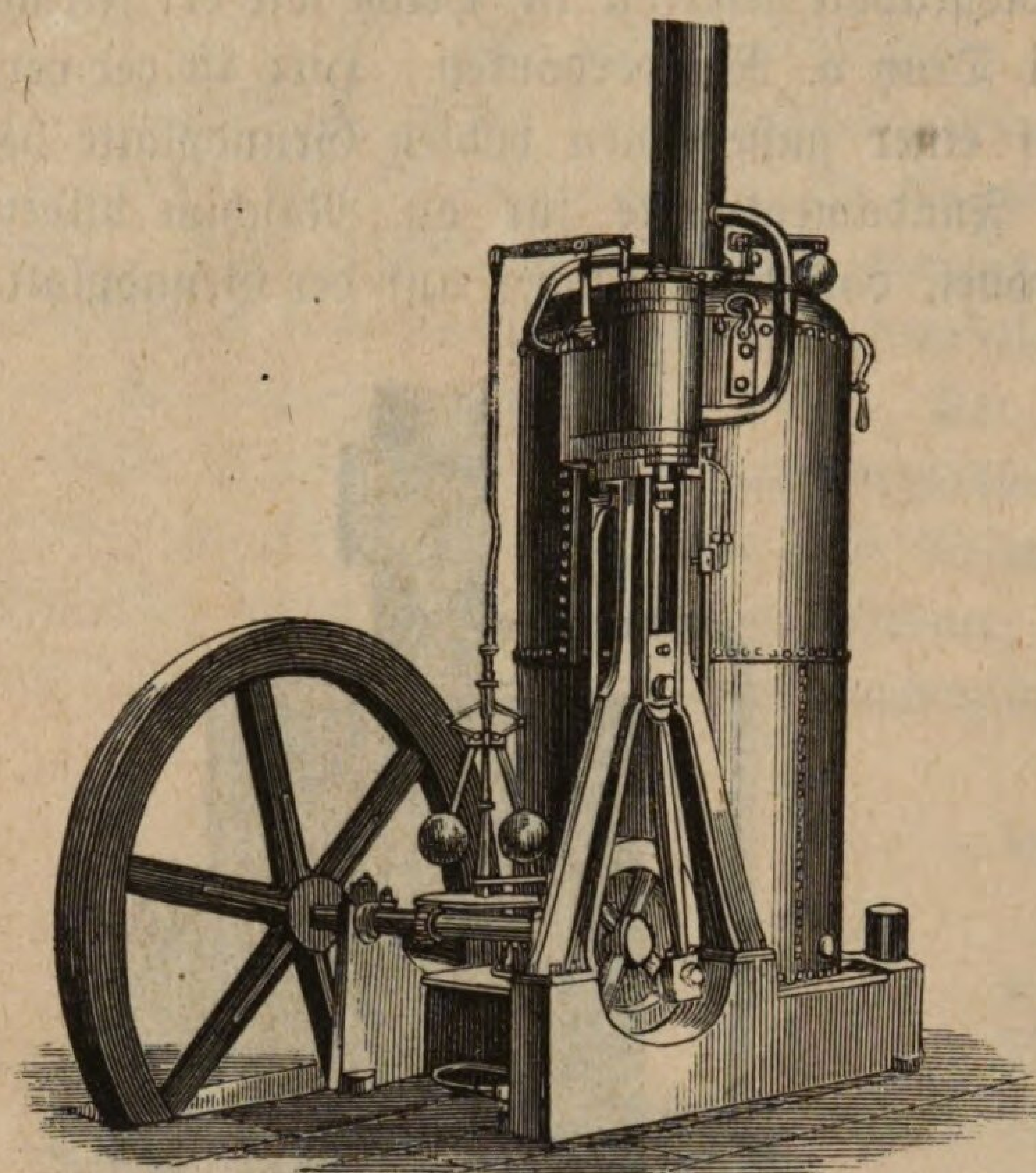


Fig. 21.

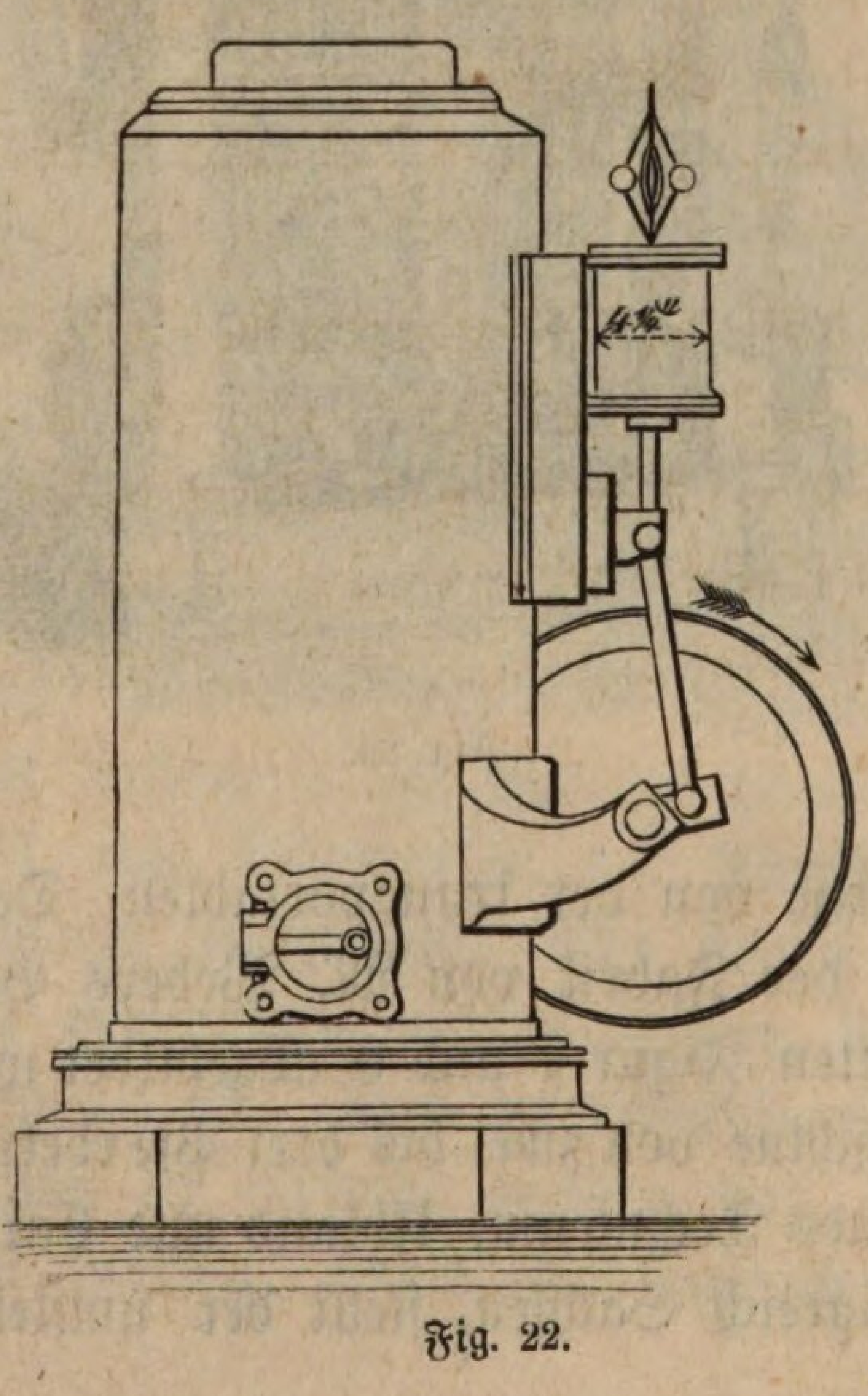


Fig. 22.

„Um verschiedenen Anforderungen in Bezug auf Preis und Zweckmäßigkeit der Maschinen zu entsprechen, führen wir unsere transportablen Dampfmaschinen in vier verschiedenen Constructionen aus, von welchen diejenigen I^a und I^b den Feuerraum mit Mauerwerk umkleidet haben, also für Fälle anzuwenden sind, wo die Maschine ihren Standpunkt für längere Zeit nicht zu wechseln braucht (man könnte diese Maschine halbtransportabel nennen), wogegen die Constructionen II^a und II^b, deren Feuerraum mit einem Wassermantel umgeben ist (eigentliche transportable Maschine) in Fällen gewählt werden müssen, wo eine öftere Dislocation der Maschine stattzufinden hat.

Die Kessel unserer transportablen Dampfmaschinen sind nach dem Field'schen Systeme construirt, welches sich durch außeror-

dentliche Verdampfungsfähigkeit, Billigkeit und Sicherheit des Betriebes auszeichnet. Etwa beschädigte Röhren können leicht ausgewechselt werden.

Bei sehr kalk- oder gypshaltigem Wasser sind übrigens diese, wie auch alle übrigen Arten von Röhrenkesseln nicht zu empfehlen, obgleich sich bei schlechtem Wasser der Fieldkessel der lebhaften Circulation des Wassers halber immer am Besten hält. Wir offeriren für solche Fälle unsere verticalen Cylinderkessel mit danebenstehender verticaler Maschine, welche fast alle Eigenschaften der transportablen Maschinen theilen.

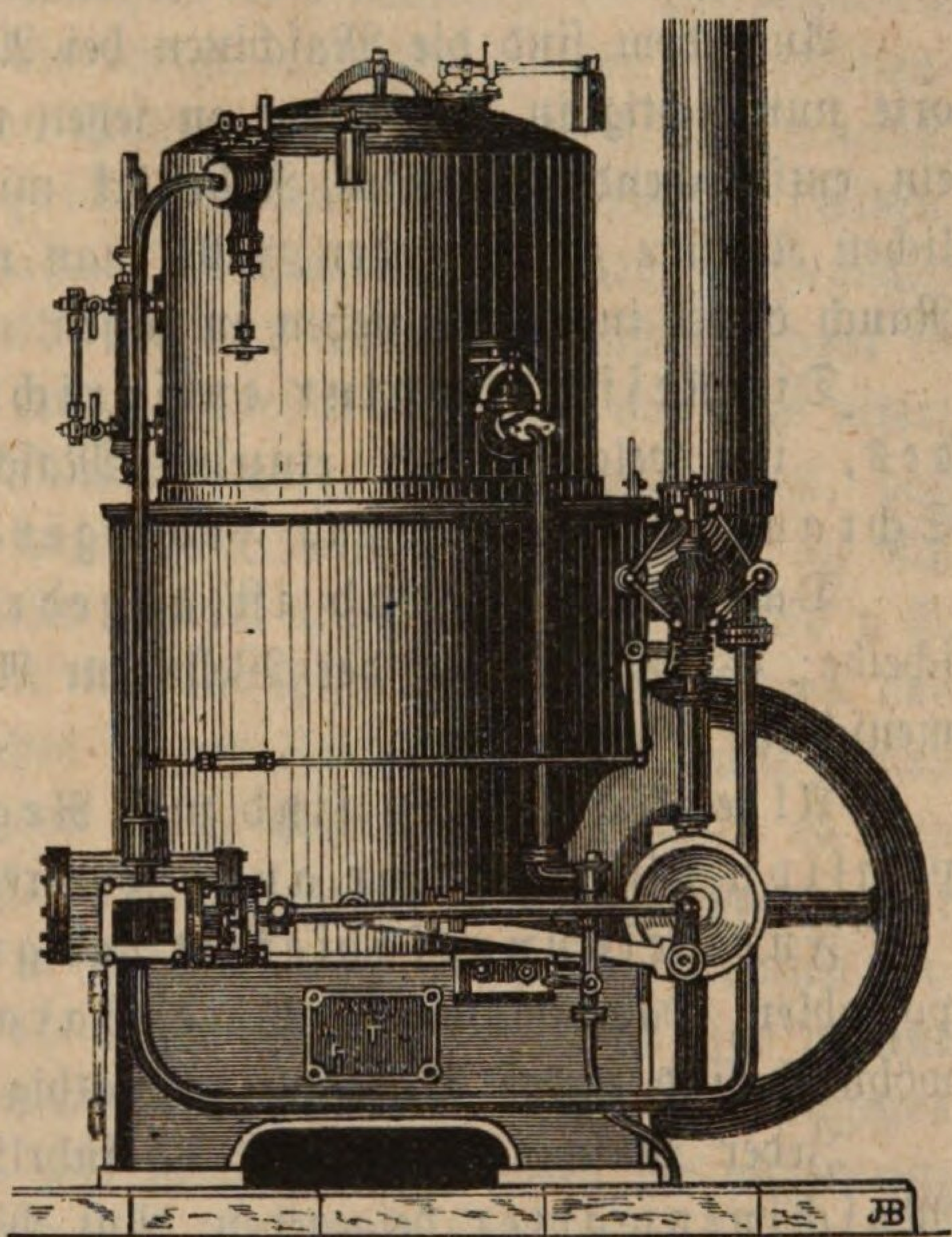


Fig. 23.

Je nach Wunsch der Besteller wird die Feuerung für Steinkohle, Braunkohle, Holz, Sägespähne, Lohe, Torf ꝛc. eingerichtet. Soll die Feuerung mit Treppenrost versehen werden, so erhöhen sich die Preise um Etwas.

Der Kessel steht auf einem gußeisernen Fundamente, in dem sich der Feuerungsraum befindet und an welches die Maschine zur Seite des Kessels angeschraubt ist. Die Maschine ist in Folge dessen von dem Kessel ganz isolirt, aber nicht, wie es bei vielen anderen Constructionen der Fall ist, complicirt und unzugänglich, sondern im Gegentheil außerordentlich bequem gelegt und leicht zu warten, oder eventuell zu untersuchen.

Das Isoliren der Maschine vom Kessel gewährt den großen Nutzen, daß die Maschine nicht übermäßig erhitzt wird und eine Verschiebung der einzelnen Theile derselben in Folge der ungleichen Ausdehnung nicht vorkommen kann. Man erreicht somit durch dieses Arrangement Ersparung an Schmiermitteln und Sicherheit des Betriebes.

Vor Versendung werden unsere transportablen Dampfmaschinen in der Fabrik in Betrieb gesetzt und einer sorgfältigen Prüfung unterworfen.

Die Maschinen werden complet montirt und betriebsfähig geliefert. Nur hat bei den Constructionen I[a] und I[b] an Ort und Stelle noch das Aussetzen des Feuerraumes mit Mauerwerk zu erfolgen, eine Arbeit, die ebenso einfach als schnell zu erledigen ist.

Außerdem sind die Maschinen bei Ankunft an dem Bestimmungsorte nur richtig in die Waage zu setzen und der Blechschornstein durch ein entsprechend geformtes Rohrstück mit einem in der Nähe befindlichen Kamine zu verbinden, falls man nicht vorzieht den Dampf und Rauch direct ins Freie ziehen zu lassen.

Die Kesselarmatur entspricht den Gesetzen des Landes, in welchem jede einzelne Maschine aufgestellt werden soll; Schraubenschlüssel und Feuergeräthe werden beigegeben.

Das Schwungrad ist abgedreht und dient als Riemenscheibe; es ist aber auf der Welle zur Anbringung einer zweiten Riemenscheibe Platz gelassen.

Alle Maschinen sind mit Regulatoren versehen. Expansion wird aber nur auf besonderes Verlangen angebracht.

Für Leistungsfähigkeit und gute Ausführung der transportablen Dampfmaschinen wird Garantie übernommen. Gewöhnlich sind einige Maschinen vorräthig oder in Arbeit zu sehen.

Jeder Maschine wird eine ausführliche Instruction für den Maschinenwärter beigegeben. Auf Wunsch kann auch der Heizer in der Fabrik angelernt werden."

Die gegebenen Holzschnitte können nur dazu dienen, ein allgemeines Bild der verschiedenen Anordnungen zu geben, wir unterlassen daher nicht, zum Zweck eines eingehenderen Studiums einige Constructionszeichnungen von Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen zu geben.

Von der schon oben beschriebenen Wolf'schen Locomobile geben wir in den Fig. 1 und 2 Tafel 4 und Fig. 3 Tafel 5 Constructionszeichnungen in $1/8$ d. nat. Gr.

Ein zweites Beispiel einer deutschen Locomobile giebt Tafel 11 in $1/10$ der natürlichen Größe mit completen eingeschriebenen Maßen (Metermaß), welche aus Nr. 24 Jahrgang 1869 des „Practischen Maschinenconstructeur" entlehnt ist. In wie weit diese Maschine, welche zu der Classe der sogenannten Zwillingsmaschinen gehört, in den Details mit den Ansichten des Verfassers harmonirt, wird der aufmerksame

Leser aus dem nächsten Abschnitt, in welchem die Details der Locomobile beschrieben werden, leicht ersehen.

Tafel 12 und 13 geben complete Constructionszeichnungen mit eingeschriebenen Hauptmaßen (Metermaß) in $^1/_{10}$ d. nat. Gr., sowie Abbildungen einzelner Details in respective $^1/_{10}$ nat. Gr., $^1/_5$ nat. Gr. und nat. Gr. einer Zwillingsmaschine von nominell 10 Pferdestärken, also von gleicher Stärke, wie die vorige, aus der größten Locomobilenfabrik Europas, der Fabrik von Clayton, Schuttleworth & Co., Lincoln, England. In Betreff dieser Zeichnung darf nicht unerwähnt bleiben, daß die Maschine, deren Aufnahme das Material zu diesen Zeichnungen lieferte, bereits im Jahr 1861 von der genannten Fabrik erbaut ist und die Fabriknummer 4504 trägt. Diesem Umstand, daß eine ältere Maschine der Zeichnung als Muster diente, ist es zuzuschreiben, daß man einzelne in die Augen springende Mängel daran findet, die sich bei den neueren Maschinen dieser Fabrik nicht mehr finden. So z. B. legen Clayton, Schuttleworth & Co. bei ihren neuesten Maschinen das Dampfausströmungsrohr, welches in der Zeichnung durch blaue Linien angedeutet ist, nicht mehr in den Kessel hinein, sondern lassen es oben unmittelbar auf den Langkessel entlang gehen. Der Absperrschieber liegt auf der Zeichnung, wo er ebenfalls nur durch blaue Linien angedeutet ist, so unglücklich, daß derselbe nicht einmal für eine genaue Aufmessung, geschweige denn einer Reparatur zugänglich ist. Dagegen sind, soweit dem Verfasser bis jetzt bekannt, nicht allein die allgemeine Anordnung des Ganzen, sondern auch die Hauptabmessungen des Kessels und der Maschine auch heute noch dieselben wie in diesen Zeichnungen, während die Anzahl der jetzt von der Fabrik gebauten Maschinen bedeutend das Doppelte der Nummer dieser Maschine übersteigt.

Die auf Tafel 13 dargestellten Details dieser Maschinen sind:

Fig. 1 u. 2 der Drehschemel mit Weglassung der Räder $^1/_5$ nat. Gr.

Fig. 3, 4 u. 5 Dampfkolben $^1/_5$ nat. Gr.

Fig. 6, 7 u. 8 Dampfschieber. Derselbe hat die bei uns selten angewandte Form des alten Watt'schen Schiebers.

Fig. 9, 10 u. 11. Gleitkloß mit Stellvorrichtung. Nat. Gr. Die Stellvorrichtung ist einseitig construirt, offenbar in der Voraussetzung, daß sich die Maschine vorzugsweise nach einer und derselben Richtung dreht. Dabei ist dann offenbar angenommen, daß die Compression und der Voreintritt des Dampfes in Folge des Voreilens des Schiebers keine merkliche Abnutzung hervorruft.

Fig. 12. Ansicht des vorderen Theiles der Maschine, Befestigung der Speisepumpe an der Rauchbüchse. $^1/_{10}$ der Nat. Gr. Von dieser Speisepumpe ist zu bemerken, daß von derselben zwei Schläuche in den Wasserbehälter führen, deren einer, der eigentliche Saugeschlauch wie gewöhnlich unterhalb des Saugventils ansetzt, der andere jedoch zwischen Sauge- und Druckventil. Im Betriebe bleibt der eigentliche Saugeschlauch stets geöffnet, so daß die Pumpe stets arbeitet, aber je nachdem der Hahn des anderen Schlauches geschlossen oder geöffnet ist, das Wasser entweder in den Kessel oder zurück in den Bottich befördert. Bei den Speisepumpen der neueren Maschinen dieser Fabrik, welche außer dem Druckventil noch ein besonderes Rückflußventil haben, ist der zweite Schlauch zwischen diesen letzteren beiden Ventilen angebracht. Hierdurch wird die Zuverlässigkeit der Speisepumpe in hohem Grade gesteigert, da es hierdurch möglich ist; dem Warmwerden derselben in Folge einer Undichtigkeit des Rückflußventils vorzubeugen.

Diejenigen, welche eine französische Locomobile genauer studiren wollen, verweisen wir auf die ganz ausführlichen Zeichnungen einer kleinen französischen Locomobile, welche auf den Tafeln 14, 27 und 29 Jahrg. 1869 des „Practischen Maschinenconstructeur" erschienen ist. Nur ein flüchtiger Blick auf diese Zeichnungen genügt, damit man sieht, wie außerordentlich diese Maschine von der so eben betrachteten in Allem, Kessel sowohl wie Maschine und zweirädrigem Wagen abweicht. In Bezug auf Ausführlichkeit können diese Zeichnungen als Muster hingestellt werden.

Constructionszeichnungen einer transportablen Dampfmaschine aus der Maschinenfabrik von Uhland's Technicum, Uhland & Carstens, zu Frankenberg bei Chemnitz, Königreich Sachsen, giebt Tafel 8, welche wir der Freundlichkeit der Fabricanten verdanken.

Tafel 9 und 10 geben complete Constructionszeichnungen mit vollständig eingeschriebenen Maßen (Englisch Maß) in $^1/_6$ Nat. Gr. von einer nominell achtpferdigen transportablen Dampfmaschine aus der Maschinenfabrik von N. H. Witte in Rostock, welche unter Leitung des technischen Chefs derselben, des Herrn Ingenieur C. Abendroth construirt ist. Diese Maschine gehört, wie die Zeichnung zeigt, zu den verticalen Dampfmaschinen mit obenliegendem Dampfcylinder (inverted engines), welche ihre erste Anwendung in ähnlicher Form im Schiffsmaschinenbau fanden (für Schraubenschiffe). Eine etwas von der sonst üblichen abweichende Anordnung zeigt die Speisepumpe, deren Pumpen-

stange, wie die Zeichnung zeigt, direct an dem Kreuzkopf der Maschine angeschlossen ist. In Folge des beträchtlichen Hubes, den die Pumpe bei dieser Anordnung macht, wird der Durchmesser derselben sehr klein und in Folge dessen auch die Stopfbüchse der Pumpe klein. Bemerkenswerth ist auch, daß diese Pumpenstange keinerlei Seitendruck auf die Stopfbüchse überträgt. Die Speisepumpe treibt das Wasser durch ein längeres Rohr, welches von dem austretenden Dampf umspült wird um hierdurch etwas vorgewärmt zu werden. Die Speisepumpe ist wegen dieser längeren Rohrleitung mit einem Windkessel versehen, um die durch die in der Rohrleitung enthaltene Wassermasse entstehenden Stöße aufzunehmen. Ein ähnlicher Vormärmer, jedoch in horizontaler Lage, ist auch an der auf Tafel 8 dargestellten transportablen Maschine angebracht. Der verticale Kessel wird mit einer Verkleidung versehen, welche auf der Zeichnung nicht angegeben ist, welche jedoch in den Armaturtheilen, der Feuerthür u. s. w. wie man sich leicht überzeugt, berücksichtigt ist. Dasselbe gilt von dem Dampfcylinder. Die Schiebersteuerung ist die sogenannte Meyer'sche Doppelschiebersteuerung, die bekannte, durch Professor Zeuner's Werk über die Schiebersteuerungen hauptsächlich zu Ansehen gebrachte variable Expansionssteuerung. Die Schieberstangen haben besondere Führungen. Der Centrifugalregulator ist ein sogenannter Porter'scher Regulator mit für verschiedene Geschwindigkeiten zu adjustirendem Contregewicht. Derselbe wirkt auf eine Drosselklappe. Die Kurbelwelle ist mit einer Endkurbel versehen, welche aus Rücksichten auf leichtere Montage und etwaige spätere Reparaturen nicht die Form einer vollen Scheibe hat, sondern nur auf dem, dem Kurbelzapfen entgegengesetzten Ende ein entsprechendes Contregewicht.

Der verticale, mit Field'schen Röhren versehene Kessel ist bestimmt, mit einem Unterdruck von 5 Atmosphären zu arbeiten. Derselbe unterscheidet sich nicht unwesentlich von dem oben Holzschnitt Fig. 7 und 8 dargestellten Kessel dadurch, daß die dort vorhandene Scheidewand von Chamotte weggefallen ist und die Feuerung nicht oben geschlossen ist, sondern direct den Schornstein aufnimmt. Der von oben unter dem Schornstein in die Feuerung herabhängende Chamotteklotz hat den Zweck, möglichst alle Verbrennungsproducte zu zwingen die Röhren zu bespülen, statt auf directem Wege in den Schornstein zu entweichen. Derselbe ist so eingerichtet, daß er höher und tiefer gelassen werden kann. Die Feuerbüchse ist nahe ihrer Decke rings herum durch

eine Reihe von Stehbolzen mit dem Außenkessel verankert, während der Schornstein ebenfalls eine feste Verankerung bildet.

Die Anordnungen der Dampfmaschinen der Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen können selbstverständlich in der mannigfaltigsten Weise geschehen, so daß doch die oben angegebenen Principien befolgt werden. Man kann oft nicht entscheiden, welche von zwei ganz verschiedenen Anordnungen die bessere sei, andererseits sind jedoch viele vielfach angewandte Constructionen entschieden zu verwerfen. Es kann nicht erwartet werden, daß hier alle derartige Anordnungen bezeichnet werden, es muß vielmehr dem denkenden Leser überlassen bleiben, sich selbst ein Urtheil zu bilden.

Bei der allgemeinen Anordnung der Maschine finden wir zunächst zwei verschiedene Principien. Die Einen montiren die Maschine direct auf dem Kessel, die anderen befestigen zunächst auf dem Kessel eine Grundplatte (bed plate), um hierauf dann die Maschine zu montiren. Es scheint auf den ersten Blick die Grundplatte sehr viel für sich zu haben, namentlich — und das wird von fast allen den Constructeuren, welche Locomobilmaschinen mit Grundplatten bauen, geltend gemacht — erscheint es als ob das Montiren der Maschine dadurch erleichtert werde. Das Montiren der Maschine direct auf dem Kessel macht jedoch durchaus keine Schwierigkeiten, wie Verfasser aus eigener Erfahrung versichern kann und wer bisher nur aus diesem Grunde glaubte, die Grundplatte beibehalten zu müssen, der verwerfe sie getrost. Durch eine recht eingehende Beschreibung der Montirung einer Maschine ohne Grundplatte, die weiter unten gegeben wird, wird sich vielleicht Mancher von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugen. Aber es giebt noch einen anderen Grund, eine Fundamentirungsplatte zu verwenden, nämlich den, die Anzahl Verbindungsstellen am Kessel zu verringern. Das ist ein Vortheil, und wenn sich dieser erreichen läßt, ohne das Gewicht der Maschine beträchtlich zu vermehren, so muß man das als durchaus richtig anerkennen. Herr R. Wolf, der Constructeur der in Fig. 17 und 18 abgebildeten Locomobile hat diesen Gesichtspunkt in einem Aufsatz hervorgehoben, der in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Jahrgang 1866 S. 738 u. f. nachzulesen ist. Auch halten viele Constructeure bei großen Maschinen eine Grundplatte für nothwendig, um den Kessel von der durch das Arbeiten der Maschine bedingten Beanspruchung zu befreien. Will man aus einem von diesen Gründen eine Grundplatte verwenden, so darf

dieselbe stets nur an einem Ende fest mit dem Kessel verbunden wird und muß am anderen Ende eine kleine Verschiebung in der Längenrichtung des Kessels zulassen. Eine Grundplatte, welche der ganzen Länge des Kessels nach aufgenietet oder aufgeschraubt wird, ist entschieden zu verwerfen. Denn der Kessel dehnt sich in der Wärme aus, wenn die Maschine arbeitet, die Grundplatte aber, welche zum Theil mit der kalten Luft, zum Theil mit dem Kessel in Berührung steht, erwärmt sich nur theilweise. Die Temperatur im Kessel bei einem Dampfüberdruck von 5 Atmosphären ist 160 Grad. Bei der Erhitzung von der gewöhnlichen Temperatur auf 160° Celsius dehnt sich das Eisen ungefähr $^1/_{550}$ seiner Länge aus, also auf je 550 Millimeter Länge um einen Millimeter. Daß dieser Grad der Ausdehnung bei einer Länge der Grundplatte von im Ganzen ca. 2 Meter so groß ist, daß, wenn die Grundplatte der Ausdehnung des Kessels nicht folgt, eine gewaltige Beanspruchung der Nieten oder Schrauben entstehen muß, die zur Zerstörung derselben oder mindestens zum Entstehen von Undichtigkeit führen muß, liegt auf der Hand. Solches ist denn auch durch die Praxis bestätigt. Es ist daher nicht constructiv, eine Grundplatte der ganzen Länge des Kessels nach auf demselben zu befestigen.

Ebenso hat es gar keinen Sinn, den Dampfcylinder oben durch Spannstangen mit dem auf den Kessel genieteten Lagerbock der Schwungradwelle zu verbinden. Diese Construction mag in Abbildungen auf den Laien und oberflächlichen Beobachter einen vertrauenerweckenden Eindruck machen, in der Praxis hat sie gar keinen Zweck, denn die Stangen bleiben beim Erwärmen des Kessels ganz kalt; es muß daher ein Spielraum zwischen den Befestigungsmuttern an einem der äußeren Ende gelassen werden, wenn bei der Erwärmung nicht ein Bruch eintreten soll. Nun ist klar, daß die Größe dieses Spielraums nur für eine einzige Temperatur richtig bemessen werden kann, daß daher die betreffende Mutter nur bei einem ganz bestimmten Dampfdruck zum Anliegen kommt. Aber auch in diesem günstigsten Falle kann nur die äußere Mutter anliegen, so daß die Stange nur den Druckspannungen der Maschine widersteht, d. h. denjenigen, welche Cylinder und Lagerbock von einander zu trennen streben, nicht aber den entgegengesetzten. Solche Spannstangen sind daher nicht viel mehr als unnützer Ballast für die Maschine.

Wer eine Grundplatte oder irgend eine feste Verbindung zwischen dem Dampfcylinder und den Schwung-

radwellenlagern construiren will; der sorge dafür, daß dieselbe nur an einem Ende mit dem Kessel fest verbunden werde, an dem anderen Ende jedoch so, daß ihr eine Längenverschiebung gestattet ist und zwar auf jeden Meter Länge um 2 bis 3 Millimeter Länge.

Durch eine solche Grundplatte kann man den doppelten Vortheil erreichen, daß die Befestigungsstellen am Kessel auf ein Minimum reducirt werden und daß die in der Maschine beim Arbeiten entstehenden Kraft- und Stoßwirkungen nicht auf den Kessel übertragen werden. Letzteres fällt namentlich bei größeren Maschinen ins Gewicht. Maschinen von 240 bis 250 Millimeter Cylinderdurchmesser sind zu tausenden direct auf dem Kessel befestigt, ohne daß die dadurch bewirkte Beanspruchung des Kessels sich bei hinlänglicher Verankerung und sorgfältiger Nietung als zu groß erwiesen hätte, aber hiermit hat die Praxis eine Grenze gefunden und Cylinder von stärkeren Durchmessern nicht für Locomobilen angewandt. Um aber doch hiermit nicht an der Grenze der Stärke der Maschinen angelangt zu sein, hat man für Maschinen größerer Leistung zwei Cylinder angeordnet, so daß wie bei den Locomotiven die beiden Kurbeln unter einem rechten Winkel zu einander stehen. Wenngleich diese Maschinen mit zwei Cylindern den Nachtheil doppelter Anzahl von Bewegungstheilen haben, so erreicht man doch hierdurch verschiedene Vortheile. Namentlich ist außer der bereits erwähnten geringeren Beanspruchung des Kessels zu erwähnen, daß diese sogenannten Zwillingsmaschinen einen gleichmäßigeren Gang haben, als Maschinen mit einem Cylinder. Man kann eine Maschine mit zwei Cylindern mit starker Expansion arbeiten lassen ohne deshalb zur Herbeiführung der nöthigen Gleichförmigkeit der Bewegung bedeutend verstärkter Schwungmassen zu bedürfen. Hierin liegt das Mittel, den durch die arbeitenden Theile bedingten größeren Kohlenverbrauch zu compensiren, so wie das für die beiden Cylinder nothwendige Mehrgewicht durch Reduction des Schwungradgewichts wieder einzubringen. Dennoch möchte es für viele Fälle zweckmäßiger sein, nur einen Dampfcylinder anzuwenden und kann man unter Beobachtung geeigneter Maßregeln sicher bei weitem höher in dem Durchmesser der Cylinder gehen als dies gewöhnlich geschieht.

Durch das Arbeiten der Maschine wird das Fundament derselben, also bei directer Montage der Dampfkessel auf zweierlei Art in Anspruch genommen. Einmal ist es die ruhige Dampfspannung in dem

Cylinder, welche den Kessel in der Längenrichtung in Anspruch nimmt, indem sie Cylinder und Schwungradwellenlager, die am Kessel befestigt sind, abwechselnd zu nähern und von einander zu entfernen sucht und zweitens sind es die beim Arbeiten der Maschine stattfindenden Stöße, worunter der Kessel leidet.

Den Wirkungen des ruhigen Dampfdrucks im Cylinder kann man ganz unzweifelhaft in allen Fällen durch entsprechende Verankerung im Inneren des Dampfkessels begegnen oder auch durch eine feste Verbindung innerhalb der Maschine selbst, besonders da die Größe des totalen Dampfdrucks auf den Kolben auf die einfachste Art zu berechnen ist, wenn die Steuerung bekannt ist. Einen außerordentlich hohen Werth d. h. einen Werth der höher ist als derjenige, welcher der Maximaldampfspannug im Kessel entspricht, kann die Dampfspannung im Cylinder nur dann annehmen, wenn die Compression des Dampfes, welche am Ende des Hubes vor dem Eintritt von neuem Dampf eintritt, zu weit getrieben wird, daher hierauf besonders Rücksicht zu nehmen ist. Daß eine sorgfältige Nietung des Locomobilkessels nothwendig ist, wurde schon oben bemerkt, ebenso ist von der Verankerung des Kessels oben die Rede gewesen. Ueber die Verbindung innerhalb der Maschine selbst mögen noch einige Bemerkungen nützlich sein. Es wurde schon hervorgehoben, daß eine Verbindung dieser Art constructiv nur so angeordnet werden darf, daß zwar Cylinder und Kurbelwellenlager starr mit einander verbunden sind, jedoch das ganze System nur an einem Ende mit dem Kessel fest verbunden wird, während am anderen Ende eine Längenverschiebung um den Betrag der Kesselausdehnung möglich sein muß. Man dürfte daher Cylinder und Kurbelwellenlager durch doppelt T-Eisen verbinden und zwar am richtigsten in der Höhe der Cylinderachse und dann die Wellenlager nicht direct auf dem Kessel befestigen, sondern derart, daß dieselben sich zwar nicht vom Kessel abheben, wohl aber in der Längenrichtung etwas verschieben können. Auf diese Weise würde die Dampfspannung in der Maschine keinen Einfluß auf den Dampfkessel und dessen Nietverbindung ausüben können.

Die Beanspruchung des Kessels durch die Stöße der Maschine würde man hierdurch freilich nicht beseitigen können. Aber auch diese fast ganz zu vermeiden giebt es ein Mittel. Stöße, welche beim Arbeiten einer Dampfmaschine stattfinden, können verschiedene Ursachen haben. Sie können ihren Grund in schlechter Schiebersteuerung haben oder in ungleicher Vertheilung der Gewichte der Schwungradwelle.

Bei zweckmäßiger Construction der Schiebersteuerung wird der Dampf stets ruhig und ohne Stöße zu verursachen eintreten; die Stöße der zweiten Art, welche desto stärker sind je größer die Geschwindigkeit ist, mit welcher die Maschine arbeitet, so daß sie wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit wachsen, kann man — der Beweis ist practisch geliefert bei äußerst schnell laufenden Maschinen — dadurch fast auf Null reduciren, daß man die Gewichte der mit der Schwungradwelle sich bewegenden Theile so anordnet, daß ihr Schwerpunkt in die Achse derselben fällt oder, wie man gewöhnlich sagt, daß man die Schwungradwelle abbalancirt.

Endlich aber entstehen beim Betriebe einer Dampfmaschine mit der Zeit Stöße, wenn einzelne Theile derselben mit „todtem Gang" arbeiten d. h. wenn eine Abnutzung in den Lagern, den Führungen u. s. w. statt gefunden hat, so daß Flächen, welche stets in enger Berührung mit einander stehen sollten, nun je nach dem Hin- oder Hergange des Kolbens bald anliegen, bald sich von einander entfernen. Es ist von vorne herein ein Fehler an jeder Maschine, wenn nicht alle Theile, welche der Abnützung ausgesetzt sind, so construirt sind, daß sie bei eingetretener Abnutzung stets gut zusammenpassend erhalten werden können. Ein Schlagen und Stoßen der Maschine, von todtem Gang herrührend, darf daher niemals stattfinden und muß solches bei geeigneter Construction der Maschinen stets dem Maschinenwärter zur Last gelegt werden.

Man verankere daher den Kessel genügend oder, was jedenfalls noch besser ist, man verbinde die Maschine in sich genügend, man balancire die Kurbelwelle ab und richte alle Lager und sonstigen reibenden Flächen so ein, daß sie adjustirt werden können und es wird für die Größe des Dampfcylinders der Locomobile aus Rücksicht für die Haltbarkeit des Kessels kaum eine Grenze geben.

Wenn man die Geschichte der Locomotiven überblickt und sieht, wie so zu sagen von Jahr zu Jahr die Spannung des Dampfes, mit welcher sie betrieben werden, steigt, so kann man sich wohl kaum der Ansicht verschließen, daß auch bei den Locomobilen etwas ganz Aehnliches eintreten wird. Schon ist auch hier ein Zunehmen in dieser Beziehung bemerkbar, denn noch vor zehn Jahren wurden die Locomobilen fast durchgehends für drei Atmosphären Ueberdruck gebaut, während jetzt für fünf Atmosphären, und einzelne Fabricanten auch schon dieses Maß mehr oder weniger überschreiten. In dem Maße, wie die Dampfspannung und nebenbei auch wohl noch bis zu einem gewissen

Grade die Kolbengeschwindigkeit gesteigert werden wird, werden ohne Zweifel auch durchgehends rationelle Constructionsprincipien für dieselben geltend gemacht werden müssen und es möchte daher die in sich starr verbundene und abbalancirte Maschine mit großer Kolbengeschwindigkeit die Locomobilenmaschine der Zukunft genannt werden können. Aber noch sind wir von diesem Ziele entfernt, noch hat man bei der Construction der Locomobilen vielleicht gerechte Bedenken gegen hohe Dampfspannung sowohl wie hohe Kolbengeschwindigkeit aus dem einfachen Grunde, weil die Wartung derselben, namentlich auf dem Lande, selten in fachkundige Hände gelegt ist. Es muß daher dieser Punkt der historischen Entwicklung überlassen bleiben.

Die Details der Locomobilenmaschine, welche zu beschreiben uns nun obliegt, sind:

1. Der Dampfcylinder (cylinder, steam cylinder) mit dem Schieberkasten (steam chest), den Dampfcanälen (steam ports) u. s. w.
2. Die Dampfabsperrungsvorrichtung oder der Handregulator (stop valve)
3. Das Dampfausströmungsrohr (exhaust pipe)
4. Der Schornstein (chimney) mit Blasrohr (steam jet in chimney) Ausströmungskonus (exhaust cone) und Funkenfänger (spark catcher)
5. Der Kolben mit Kolbenstange (piston and piston rod), Kolbenstangenkopf (cross head) und Pleuelstange (connecting rod)
6. Die Geradeführung (guide)
7. Die Schwungradwelle (fly wheel shaft) oder Kurbelwelle (crank shaft) mit Lagern (plummer blocks, journals) und deren Befestigung
8. Die Schiebersteuerung (valve gear) bestehend aus Excentrics (excentrics) Excentricstangen (excentric rod), Schieberstangen (valve rod) u. s. w.
9. Die Speisepumpe (feed pump)
10. Der Centrifugalregulatur (governor) und die Drosselklappe (throttle valve)
11. Die Kesselarmatur (boiler fittings) bestehend in Sicherheitsventilen (safety valve), Manometer (steam gauge) Wasserstandszeiger (water gauge) Probirhähnen (gauge cocks) Abblasehahn (blowing off cock), Dampfpfeife (steam whistle) u. s. w.
12. Die Bekleidung von Maschine und Kessel (lagging).

1. Der Dampfcylinder (steam cylinder).

Was die Anordnung des Dampfcylinders anbetrifft, so ist schon oben bemerkt worden, daß derselbe entweder direct auf dem Kessel befestigt wird oder auf einer Grundplatte, welche dann ihrerseits an den Kessel angenietet wird. Ueber die Construction der letzteren ist schon das Nöthige gesagt worden. Von denjenigen Constructeuren nun, welche den Dampfcylinder direct mit dem Kessel in Verbindung bringen sind alle nur erdenklichen Variationen in der Lage desselben erschöpft. Man findet den Cylinder auf dem Kessel und unter dem Kessel, in der Mitte und an der Seite, an dem vorderen Ende sowohl als an dem hinteren Ende, so wie auch in dem Kessel befestigt.

Es liegt nun auf der Hand, daß es für den Betrieb am besten ist, wenn der Dampfcylinder oben auf dem Kessel freiliegend befestigt wird, weil hier die arbeitenden Theile, die Stopfbüchsen u. s. w. am besten zugänglich sind und der Maschinist Alles am besten übersehen kann. Nur gewichtige Gründe dürften es sein, welche eine andere Anordnung zu motiviren vermöchten.

Die größte Locomobilenfabrik Englands hat bei ihrer sogenannten Patent-Maschine (zum Unterschied von den gewöhnlichen, in größerer Anzahl gebauten) den Dampfcylinder in die Rauchbüchse gelegt, so daß die abziehenden Verbrennungsgase den Cylinder umspielen. So hübsch und öconomisch diese Idee auch scheint, so hat die Praxis doch bereits ihr Urtheil darüber gesprochen. Oeconomisch ist diese Einrichtung in Bezug auf Brennmaterialverbrauch, was dadurch erklärlich ist, daß der Dampfcylinder nicht allein vor äußerer Abkühlung geschützt ist, sondern ihm noch von außen Wärme zugeführt wird, so daß er sogar eine höhere Temperatur erhält als die des Dampfes im Kessel beträgt. Dadurch wird bewirkt, daß etwa aus dem Kessel aus mitgerissenes Wasser, welches in den Cylinder gelangt, nun noch nachträglich in Letzterem verdampft und noch als Dampf zur Wirkung kommt. Ja es kann wohl vorkommen, daß, wenn das Quantum von in den Cylinder mitgerissenem Wasser gering ist — etwas ist wohl bei allen Locomobilen wegen des fast bei allen ziemlich niedrigen Dampfraums, wenn nicht ein besonderer Wasserscheider angewandt wird — der Dampf im Cylinder überhitzt wird, also jedenfalls in öconomischer Beziehung ein

sehr günstiges Resultat geben muß. Dagegen hat diese Anordnung den großen Nachtheil, daß man den Grad der Erhitzung des Dampfcylinders nicht in der Gewalt hat, daher dieselbe sehr leicht zu hoch werden kann. Namentlich beim Anheizen, ehe die Maschine arbeitet, wird der Cylinder fortwährend von den Feuergasen von außen erwärmt, ohne daß ihm von innen Wärme entzogen wird; die natürliche Folge ist, daß das Schmiermaterial im Innern verbrennt und Kolben sowohl als Schieber und Stopfbüchsen sehr schnelle Abnutzung erfahren. Es ist daher diese Einrichtung nicht empfehlenswerth.

Durchaus constructiv ist es jedoch, den Cylinder nicht blos mit einer schlecht wärmeleitenden Hülle, sondern geradezu mit einem wärmenden Mantel zu umgeben, nur muß hierzu, um zu starke Erhitzung zu vermeiden, Dampf aus dem Kessel selbst genommen werden. Gerade bei den Locomobilen hat die Anbringung von Dampfmänteln (steam jackets) erstaunliche Vortheile gebracht, so daß z. B. bei den Concurrenzen auf den Ausstellungen der Royal agricultural Society of England keine Firma versäumen darf, ihre dazu gestellten Maschinen mit einem Dampfmantel zu versehen, wenn sie nicht weit hinter den übrigen im Kohlenverbrauch zurückbleiben will. Das Schlimme dabei ist nur, daß Fabriken, deren Maschinen dort mit Dampfmantel auftreten, dieselben für gewöhnlich nicht liefern, wie überhaupt die Maschinen, welche dort zur Ausstellung gestellt werden, in der Regel besonders zu diesem Zweck construirt und ausgeführt werden, und zwar lediglich, um bei den Versuchen geringen Kohlenverbrauch zu zeigen. Das ist ein Uebelstand, welcher durch einseitige Prüfungen hervorgerufen wird und welcher zur Folge hat, daß die Preise, welche auf Grund jener Prüfungen vertheilt werden, wohl für den Fabricanten eine Geschäftsempfehlung sind, aber für den Käufer keinerlei Garantie bieten.

Einzelne Fabricanten legen die Cylinder ihrer sämmtlichen Maschinen in den Dampfraum des Kessels. So die englische Fabrik von Harnsby & Sons, Grantham, welche ihre Kessel nach der Locomotivform construirt, dabei jedoch die Feuerbüchse um so viel überhöht, daß der Dampfcylinder in dem Dampfraum der Letzteren Platz hat. Ebenso die Fabrik von R. Wolf in Buckau-Magdeburg, dessen Maschine oben in den Holzschnitten Fig. 17 und 18 dargestellt ist. Hier ist der Dampfcylinder in einem Stück mit einem Dampfdom gegossen und bildet der letztere eine Vergrößerung des Dampfraumes, welche für die Biddel- und Balk'schen Kessel fast Bedürfniß ist und aus deren höchst-

gelegenem Theil der Dampf entnommen wird. Für die Biddel und Balk'schen Kessel ist ein Dampfdom deßhalb fast nothwendig, weil der Dampfraum in Folge der hohen Lage der Siederohre und Feuerbüchsendecke in diesen Kesseln sehr niedrig ausfällt. Eine Hauptschwierigkeit bei dieser Art von Constructionen liegt in dem Umstande, daß man nicht versäumen darf, auf die leichte Zugänglichkeit der arbeitenden Theile volle Rücksicht zu nehmen. Ein Blick auf die Abbildung der Wolf'schen Locomobile genügt, um zu zeigen, wie vollständig der Constructeur hier diese Aufgabe gelöst hat. Ebenso wird die Zugänglichkeit der arbeitenden Theile durch einen Dampfmantel (steam jacket) nicht im mindesten gestört, der dadurch gebildet wird, daß der Cylinder eine doppelte Wandung von Gußeisen erhält, deren Zwischenraum mit dem Dampfkessel in Verbindung gesetzt wird. Hierbei bleibt die ganze übrige Construction der Dampfcylinder unverändert.

Die für gewöhnliche Dampfcylinder nothwendigen zwei Wasserhähne (water cocks), welche an den beiden Enden angebracht werden, so daß man das beim Anlassen der Maschine sich bildende Condensationswasser auslassen kann, können bei Dampfcylindern, welche im Dampfraum liegen, füglich weggelassen werden, da bei dieser Construction der Cylinder vor dem ersten Dampfeintritt genügend von außen vorgewärmt wird, so daß die Bildung von Condensationswasser nicht eintreten kann. Dagegen ist ein Schmierhahn für Cylinder dieser Construction fast noch nothwendiger als bei den Cylindern ohne Dampfmantel. Ein solcher Schmierhahn muß stets so angebracht werden, daß das Fett in der Mitte am höchsten Punkt im Cylinder eintritt, da sonst nicht zu erwarten steht, daß dasselbe an die höher gelegenen Theile der Cylinderwandung gelangt.

Schließlich verdient noch angeführt zu werden, daß oben auf dem Cylinder einer Locomobile noch in der Regel eine Verstärkung angebracht wird, gewöhnlich mit Bohrung und Stellschraube, zur Aufnahme einer Gabel, oder besser eines vollen mittelst Scharnier auseinander klappenden Ringes, welcher den Schornstein in seiner heruntergeklappten Lage hält.

Taf. 6 bringt ganz genaue Zeichnungen der gewöhnlichen Anordnung der Cylinder und Schieberkasten der englischen Fabrik von Robey & Co. Lincoln in elf verschiedenen Ansichten. Wenngleich einzelne Details dieser Anordnung durchaus demjenigen zuwiderlaufen, was oben als mustergültig aufgestellt ist und im Folgenden noch

specieller besprochen wird, so bietet doch diese Construction Vieles Interessante dar. Es ist der Zweck des vorliegenden Werkes, nur Zeichnungen von wirklich ausgeführten Constructionen zu bringen, daher Verfasser sich keine Veränderungen erlaubt hat. Wie leicht Vieles an dieser Anordnung verbessert werden könnte, wird der aufmerksame Leser selbst finden.

Fig. 1. ist die hintere Ansicht des Dampfcylinders bei abgenommenem Schieberkasten und Cylinderdeckel.

Fig. 2. Querschnitt durch die Mitte des Ausströmungsrohres, welches letztere in den Kessel geführt wird.

Fig. 3. Hintere Ansicht mit geschlossenen Deckeln.

Fig. 4. Vordere Ansicht mit geschlossenen Deckeln.

Fig. 5. Horizontalschnitt durch die Mitte des Cylinders.

Fig. 6. Ansicht des fertigen Cylinders mit Schieberkasten von oben.

Fig. 7. Ansicht des Schieberkastens von der inneren Seite.

Fig. 8. Ansicht des Dampfcylinders ebenfalls von der inneren Seite.

Fig. 9. Ansicht des Ganzen von unten, der Ein- und Ausströmungsöffnungen und der Arbeitsrippen.

Fig. 10. Querschnitt durch die Mitte des am hinteren Ende des Schieberkastens befindlichen Dampfausströmungsrohres.

Fig. 11. Längsschnitt des Schieberkastens durch die Mitte des Einströmungsrohres.

Wie aus diesen Zeichnungen ersichtlich, ist die Zusammensetzung von Schieberkasten und Dampfcylinder in der Ebene der Schieberfläche geschehen, der Schieberkasten ist wie ein liegendes U geformt, vorne und hinten offen und durch Deckel verschließbar und hat an der Seite keinen Deckel, nach dessen Wegnahme man zum Dampfschieber gelangen könnte. Es muß daher der Schieberkasten abgenommen werden, wenn eine Reparatur des Schiebers oder der Schieberfläche am Cylinder vorgenommen werden soll. Wie man aus der Zeichnung sieht, kann die Verbindung von Schieberkasten und Cylinder nur gelöst werden, wenn das Ganze vom Kessel heruntergenommen wird. Es ist daher die an sich einfache Reparatur, das Abrichten des Schiebers und der Schieberfläche, welches aus öconomischen Gründen recht oft vorgenommen werden sollte, eine unverhältnißmäßig schwierige und langwierige Arbeit. Das kommt einmal daher, daß der untere Flansch des Schieberkastens zu knapp bemessen ist, so daß man kaum mit einem Kreuz-

schlüssel dazu kommen kann, und zweitens liegt es an der Anbringung der Stiftschraube (stud), deren Mutter im Einströmungscanal sitzt und welche schon ursprünglich nur mit dem Meißel angezogen werden kann. Aber wenn diese Hindernisse, welche leicht zu beseitigen sind, nicht vorhanden wären, wenn man im Stand wäre, die Verbindung zwischen Dampfcylinder und Schieberkasten zu lösen, so würde es doch nicht gerathen sein, den Schieberkasten allein loszunehmen, da man bei dem Wiederanschrauben von der Seite schwerlich die Fuge zwischen dem viereckigen Einströmungscanal und dem entsprechenden viereckigen Loch in der Feuerbüchsendecke wieder dicht bekommen würde.

Solcher Art Uebelstände findet nur derjenige heraus, der sich practisch mit dem Bau der Locomobilen oder mit deren Reparatur beschäftigt; sie werden Manchem gering erscheinen, aber sie sind doch von großer Wichtigkeit. Es ist allgemein von Practikern und Theoretikern anerkannt, daß Dampfmaschinen so construirt werden müssen, daß sie pro Pferdestärke wenig Kohlen verbrauchen und fast jeder Käufer einer Locomobile weiß, daß diejenige Maschine für den Käufer die vortheilhafteste ist, welche im Verhältniß ihrer Anschauungskosten am wenigsten Kohlen verbraucht. Aber Niemand, der eine Dampfmaschine kauft, fragt nach ihrer — wenn der Ausdruck erlaubt ist — Reparaturfähigkeit. Wie wichtig aber dieselbe für den Käufer ist, kann sehr hübsch in dem vorliegenden Falle nachgewiesen werden. Schieber und Schieberfläche einer Locomobile sollten mindestens alle vier bis sechs Wochen einmal nachgesehen werden, um sich von deren Zustand zu überzeugen, da ein erneutes Abrichten schon nach dieser Zeit nothwendig sein kann. Ist eine solche Revision nun einfach dadurch möglich, daß man den Schieberkastendeckel (steam chest cover) oder auch den Schieberkasten selbst abschraubt, so ist das eine Arbeit, die in wenigen Stunden von einem Schlosser mit Hülfe eines Schraubenschlüssels und etwas Mennigekitt gemacht werden kann. Dagegen bei dem auf Tafel 6 dargestellten Dampfcylinder muß man, wenn man die Schieberfläche besehen will, die Gleitlineale abnehmen, die Pleuelstange und Schieberstange loskuppeln, den Dampfcylinder vom Kessel abschrauben und denselben herunternehmen, welches Letztere nicht eher geschehen kann, ehe der Absperrschieber herausgenommen ist (wenn man nicht etwa vorziehen sollte, das Mannloch zu öffnen und die Zugstange, welche den Absperrschieber bewegt, von der kleinen Kurbel loszukuppeln) und die Verbindung zwischen Centrifugalregulator und Drosselklappe

aufgehoben worden ist. Und wenn dann der Schieberkasten abgeschraubt ist, der Schieber und seine Grundfläche revidirt resp. abgerichtet sind, was jetzt allerdings so bequem wie möglich geschieht, dann kommt erst die Hauptsache, nämlich Alles wieder herzustellen; man darf den Cylinder nicht ohne Weiteres wieder anschrauben, sondern muß dieselben Prüfungsmittel für die Richtigkeit der Lage desselben anwenden, wie bei der ursprünglichen Montage. Somit ist die an sich kleine und außerdem in regelmäßigen Zwischenräumen nothwendige Revision, welche von einem Schlosser bei zweckmäßiger Construction der Maschine in wenigen Stunden an Ort und Stelle ausgeführt werden könnte, zu einer Reparatur geworden, welche in der Maschinenfabrik vorgenommen werden muß und zwar von einem geübten Monteur, widrigenfalls die Maschine nach der Reparatur leicht schlechter sein kann als vor derselben. In Städten, in denen sich Maschinenfabriken befinden, ist das nicht so sehr wesentlich, doch auf dem Lande — und die Locomobilen finden ihrer Mehrzahl nach auf dem Lande Verwendung — wo die Maschine vielleicht einige Meilen mit Pferden transportirt werden muß, und dann eine Strecke auf der Eisenbahn bis zur nächsten Maschinenfabrik zurückzulegen hat, da betragen die Transportkosten allein leicht sehr viel mehr als die ganze Reparatur kosten würde, wenn sie an Ort und Stelle gemacht werden könnte; die Kosten von Transport, Reparatur und Betriebsstörung sind aber gewöhnlich so unverhältnißmäßig, daß der Besitzer, nach dem er einmal Erfahrungen in diesem Punkte gemacht hat, gewöhnlich einen heiligen Respect davor bekommt und wegen einer „solchen Kleinigkeit", wie undichte Dampfschieber ihm zu sein scheinen, die Maschine nicht wieder in Reparatur giebt, sondern lieber den erhöhten Kohlenverbrauch in den Kauf nimmt.

Aus diesen Gründen geht nun auf das Evidenteste hervor, daß Dampfcylinder und Schieberkasten stets so construirt werden müssen, daß eine Revision der Schieberfläche leicht geschehen kann. Entweder versehe man den Schieberkasten an der Seite mit einem so großen Deckel, daß nach Hinwegnahme desselben der Schieber frei zugänglich wird, oder man lege die Trennungsfuge wie bei dem Cylinder auf Tafel 6 in die Ebene der Schieberfläche, treffe dann aber die Einrichtung so, daß Nichts im Wege steht, den Schieberkasten für sich loszunehmen, ohne den Dampfcylinder mit losschrauben zu müssen. Zu den Verbindungsschrauben verwende man Schraubenbolzen (screw bolts)

d. h. solche, die auf dem einen Ende einen vier- oder sechskantigen Kopf, auf dem andern Ende eine Mutter (nut) erhalten oder auch Stiftschrauben (studs) d. h. solche, die ein für allemal fest in das Gußeisen geschraubt werden und eine Mutter erhalten, so daß beim Losnehmen nur diese letztere gelöst wird, in keinem Falle aber Kopfschrauben (set sorews) d. h. solche, die einen Kopf haben und mit ihrem Gewinde in das Gußeisen geschraubt werden, so daß sie bei dem jedesmaligen Losnehmen aus dem Gußeisen herausgeschraubt werden müssen. Denn bei öfterem Hin- und Herschrauben ist das Gewinde im Gußeisen bald zerstört.

Der Dampfcylinder auf Tafel 6 ist ziemlich viel aus der Mitte des Kessels gerückt. Der einzige Grund, der sich hierfür anführen läßt, wurde schon oben einmal erwähnt, er besteht darin, daß man im Stande ist hierbei die Schwungradwellen etwas niedriger zu legen und die Lagerböcke niedriger und leichter zu halten. Dieser Vortheil wiegt jedoch schwerlich den hiermit verbundenen Nachtheil der ungleichen Kraftübertragung auf die Lager und die dadurch bewirkte ungleiche Abnutzung derselben auf. Ohnehin wird es bei der einseitigen Anordnung Niemand constructiv finden, die Lagerböcke unsymetrisch zu gestalten, wie es ihnen in Folge der ungleichen Beanspruchung eigentlich zukäme, daher in der Praxis auch die Materialersparniß hierbei nicht beträchtlich sein kann.

Die Dampfcanäle sind am besten in Fig. 5 und Fig. 8 zu sehen. Man sieht bei genauer Betrachtung, daß die obige Anmerkung, daß die Trennungsfläche von Cylinder und Schieberkasten in der Ebene der Schieberfläche angeordnet sei, nicht ganz buchstäblich zu nehmen ist; in Rücksicht auf die Abnutzung sowohl als auch die ursprüngliche Bearbeitung der Schieberfläche erhebt sich dieselbe wie eine Arbeitsrippe über die Trennungsfläche. Die Seitenstränge dieser erhabenen Fläche erstrecken sich über die ganze Länge des Cylinders und werden von den inneren Kanten des Schieberkastens genau passend übergriffen, um eine vollkommene Dichtung und eine unverrückbare Lage beider Theile zu sichern. In Fig. 5 sieht man, daß die Krümmung der Schiebercanäle nicht, wie man häufig auf Zeichnungen bemerkt, unmittelbar von der Schieberfläche an beginnt, sondern daß die Canäle zunächst rechtwinklig von der Schieberfläche nach innen gehen und zwar mindestens so weit als die Schieberfläche erhaben ist und dann einen kleinen Absatz bilden, ehe die Krümmung beginnt. Dies ist durchaus noth-

wendig sowohl für die erste Bearbeitung der Canäle, als auch damit dieselben sich nicht nach geschehener Abnutzung verändern d. h. namentlich an Schärfe der Kanten einbüßen, die für einen guten Dampfabschluß so sehr nothwendig ist. Ueber die nöthige Weite der Canäle wird weiter unten in dem theoretischen Theil die Rede sein; hier muß die Weite des Ausströmungscanals (exhaust port) in Fig. 8. auffallen, namentlich, wenn man denselben mit dem Durchmesser des Ausströmungsrohres vergleicht.

Das Ausströmungsrohr geht wie in Fig. 2 ersichtlich, in den Kessel hinein, es hat gleich unterhalb ein Knie (elbow) und wendet sich nach vorne, um durch die vordere Rohrwand wieder auszutreten und in einem senkrecht aufwärts gerichteten Conus unterhalb des Schornsteins auszumünden. Bei dieser Gelegenheit ist es jedoch nur gerecht anzuführen, daß die in der Zeitschrift „Engineering" vom 10. Decbr. 1869 gegebene Skizze einer Locomobile aus dieser Fabrik das Ausströmungsrohr oben auf dem Kessel entlang gehend zeigt, daher anzunehmen ist, daß die in Rede stehende Fabrik von dieser Construction zurückgekommen ist.

Das Dampfeinströmungsrohr, welches mit dem Schieberkasten in einem Stück gegossen ist, ist oben und unten offen. Die untere viereckige Oeffnung (Fig. 9, 10 und 11) correspondirt mit einem in das Kesselblech eingehauenem Loch; oben geht der viereckige Querschnitt des Rohres in einen kreisrunden über und die obere runde Oeffnung bildet den Sitz für ein Sicherheitsventil. Die hintere offene Seite des Dampfrohres wird durch den hinteren Schieberkastendeckel mit geschlossen; die Anbringung des Absperrschiebers und des horizontalen kurzen Rohres, in welchem sich die Drosselklappe befindet, ist aus der Zeichnung deutlich.

Der vordere Cylinderdeckel dient zur Befestigung des einen Endes der Führungslineale (guide bars), wie aus den Figuren 4, 5 und 6 zu sehen ist.

Wenn noch etwas bei den Zeichnungen zu bemerken ist, so ist es der Umstand, der schon oben einmal kurz erwähnt wurde, daß die Schieberstange (valve rod) nur durch die Stopfbüchse (stuffing box) geführt ist, während sich doch mit geringem Aufwande eine besondere Führung anbringen ließe. Der Mangel einer besonderen Führung der Schieberstange macht sich in der Praxis sehr bald fühlbar. Der messingene Stopfbüchseneinsatz (gland) ist sehr bald ausgeschliffen und dann hat

die Packung allein den Seitendruck auszuhalten. Die Stopfbüchse muß nun begreiflicher Weise sehr stark angezogen werden, damit sie nicht fortwährend Undichtigkeiten zeigt. Der Dampfverlust bei einer solchen Undichtigkeit ist ein sehr sichtbares Uebel, daher man gewöhnlich das unsichtbare Uebel einer stärkeren Reibung vorzieht und die Schrauben der Stopfbüchse so stark anzieht, daß dieselbe dicht hält. Die dadurch entstehende Reibung tritt dann nicht allein an dieser Stelle auf, sondern überträgt sich auch auf die Kuppelung der Excentricstange mit der Schieberstange und auf den Excentricbügel, Arbeit verschwendend und Abnutzung hervorrufend.

Tafel 4, Fig. 1 und 2 und Tafel 5, Fig. 1 sind complete Constructionszeichnungen der schon mehrmals erwähnten Locomobile von R. Wolf in Buckau-Magdeburg. Alle drei Zeichnungen sind in 1/8 d. wirklichen Größe ausgeführt. Hier liegt der Dampfcylinder in einem gußeisernen Dampfdom, mit welchem er aus einem Stück gegossen ist und welcher seinerseits auf dem Kessel aufgenietet ist.

Der Schieberkasten bildet ebenfalls ein Stück mit dem Cylinder und hat einen großen Deckel an der Seite, nach dessen Wegnahme der Dampfschieber völlig frei liegt. Absperrschieber und Drosselklappe befinden sich in einem besonderen Gehäuse, welches hinten an dem Cylinderdom angeschraubt ist (vergl. Holzschnitt Fig. 17 und Tafel 4 Fig. 2). Oben trägt der Cylinderdom die beiden nach dem preußischen Kesselgesetz nothwendigen Sicherheitsventile in einem verschlossenem Blechkasten. Sie sind durch Hebel mit Gewichten belastet, der Cylinder ist mit einem Schmierhahn versehen, welcher am hinteren Cylinderdeckel befestigt ist, besitzt jedoch keine Wasserhähne zum Ablassen von Condensationswasser, da sich solches vermöge der umgebenden Dampfhülle nicht bilden kann.

Vielfach werden für Locomobilen, wie bereits erwähnt, sogenannte Zwillingsmaschinen construirt, bei denen zwei Dampfcylinder neben einander gelagert sind und an derselben Kurbelwelle arbeiten. Die Vortheile dieser Construction sind, daß die Maschinen in jeder Stellung angehen (daher bei den Straßen- und Eisenbahnlocomobilen bekanntlich stets zwei Cylinder sein müssen), daß der Gang der Maschine ein sehr regelmäßiger ist, selbst bei Anwendung verhältnißmäßig kleiner Schwungräder, daß die beiden Maschinen sich zum großen Theil gegenseitig balanciren, so daß der Kessel weniger durch das Arbeiten der Maschine beansprucht wird. Ueber diesen letzten Punkt ist schon oben ausführlich

die Rede gewesen und gezeigt, daß dieser Umstand nicht nothwendig zur Construction von Zwillingsmaschinen führt. Was die beiden ersten Punkte anbetrifft, so können es nur Ausnahmsfälle sein, wo die genannten Vortheile die damit verbundenen Nachtheile überwiegen. Diese Nachtheile bestehen hauptsächlich in den erhöhten Anschaffungskosten, größerem Oelverbrauch, schwierigerer Wartung der Maschine und vermehrter Abnutzung und Reparatur. Dieselben wiegen bei der Anwendung der Locomobilen in der Landwirthschaft sehr schwer, während bei den Arbeiten, wozu die Zwillingsmaschinen verwandt werden: Betrieb von Mahl- und Sägemühlen, Entwässerungen u. dgl. weder das Angehen der Maschine in jeder Stellung noch das gleichmäßige Arbeiten derselben von so überaus großer Wichtigkeit sind. Es steht daher zu erwarten, daß der Bau von Zwillingsmaschinen mit der Zeit eher ab- als zunehmen wird.

Eine Zwillingsmaschine findet man beschrieben und abgebildet in dem schon oben citirten Werk von Rühlmann „Allgemeine Maschinenlehre"; die dort beschriebene Egestorf'sche Maschine zeichnet sich dadurch vor anderen vortheilhaft aus, daß jeder Cylinder seinen eigenen Schieberkasten erhalten hat, welcher nach außen gekehrt ist und wodurch allein die Zugänglichkeit der Dampfschieber ermöglicht wird; wenn dagegen der Schieberkasten, wie bei vielen englischen Locomobilen zwischen den beiden Cylindern liegt, so gilt dafür noch in erhöhtem Maße, was oben über die Schwierigkeit der Revision der Dampfschieber bei schlechter Zugänglichkeit derselben gesagt wurde.

Ueber die Dampfcylinder der transportablen Dampfmaschinen ist nichts Besonderes hinzuzufügen. Offenbar könnte der auf Tafel 6 dargestellte Cylinder, sowie der Cylinder der Wolf'schen Locomobile, auch ohne Veränderung für einen verticalen Kessel benutzt werden, wenn der Kessel direct zur Befestigung des Cylinders und der Lager dienen soll. Wird die Maschine, wie die Holzschnitte Fig. 19, 20 und 21 zeigen, auf einer besonderen Fundamentplatte montirt, so hat der Cylinder keine Eigenthümlichkeiten vor denjenigen einer jeden feststehenden Dampfmaschine voraus.

2. Die Dampfabsperrvorrichtung (stop valve).

Man unterscheidet bekanntlich Absperrventile und Absperrschieber und unter den letzteren wieder sich drehende und in gerader Linie geführte Schieber. Während bei den stationären Dampfmaschinen die

Absperrventile fast allgemein sind, so können dieselben für Locomobilen nicht empfohlen werden. Die Ventile werden gewöhnlich durch eine Schraube, also allmälig geöffnet und geschlossen, während die Schieber vermittelst eines Hebels bewegt werden und dadurch einen schnellen Abschluß gestatten. Das ist aber für Locomobilen sehr nothwendig, denn da in der Regel weder die Locomobile, noch die Arbeitsmaschine, welche sie treibt, unverrückbar feststehen, so kommt es nicht selten vor, daß im Laufe der Arbeit, z. B. des Dreschens mit der Dreschmaschine, eine Verschiebung eintritt, welche bewirkt, daß der Treibriemen plötzlich von der Riemscheibe abgleitet. Da soll dann allerdings der Centrifugalregulator seine Schuldigkeit thun und sofort die Drosselklappe schließen, die letztere schließt jedoch selten so dicht, daß nicht trotzdem ein übermäßig schneller Gang (racing) der Maschine eintritt. Daher ist es im höchsten wünschenswerth, wenn für solche Fälle die Absperrungsvorrichtung mit einem Griff vom Maschinisten geschlossen werden kann.

Der in gerader Linie geführte ebene Schieber ist die beste Absperrvorrichtung für Locomobilen.

Ein solcher ist auf Tafel 6 in den Figuren 15, 16 und 17 in der wirklichen Größe dargestellt. Die Anordnung desselben geschieht am besten so, daß er sich in einem besonderen abnehmbaren Gehäuse befindet, welches leicht ein Nachrichten desselben so wie seiner Grundfläche beim Undichtwerden gestattet. Bei der Anordnung auf Tafel 6 liegt derselbe zwar ziemlich frei, doch hat das Abrichten seiner Grundfläche noch immer seine Schwierigkeiten. Ganz zu verwerfen ist aber die Anordnung desselben im Innern des Kessels, so daß seine Grundfläche sich unterhalb des Schieberkastens befindet, also nur nach Abnahme des letzteren vom Kessel zugänglich wird. Trotzdem findet man diese Construction noch immer hier und da angewendet, während die besseren Fabriken dieselben verlassen haben.

Ein Beispiel eines sich drehenden Schiebers zeigt die Locomobile von R. Wolf. Wenngleich diese sich drehenden Schieber nach den Erfahrungen des Verfassers den in gerader Linie geführten nachstehen, namentlich weil sie leichter undicht werden, so ist doch die Anordnung desselben bei der Wolf'schen Locomobile eine ganz vorzügliche zu nennen. Wie ein Blick auf den Holzschnitt Fig. 15 zeigt, ist das Gehäuse, in welchem sich derselbe befindet, leicht abzunehmen, gestattet also ein Nachrichten desselben außerordentlich leicht.

3. Das Dampfausströmungsrohr (exhaust pipe).

Es mag auf den ersten Blick dem Uneingeweihten auffallend erscheinen, daß diesem scheinbar an sich so einfachen Gegenstande hier ein eigenes Capitel eingeräumt wird und doch ist es bei näherer Betrachtung wohl der Mühe werth, sich hierbei etwas aufzuhalten. Ganz abgesehen von der Wahl der Dimensionen dieses Rohres, wovon später die Rede sein wird, ist die Anordnung desselben von Wichtigkeit.

Es war lange, namentlich unter den englischen Fabrikanten eine weit verbreitete Praxis, das Dampfausströmungsrohr in dem Dampfraum des Kessels entlang gehen zu lassen. Die Abbildungen des Dampfcylinders auf Tafel 6 zeigen diese Anordnung. Man kann schlechterdings nicht begreifen, wie eine solche Idee jemals in dem Kopfe eines Constructeurs hat entstehen können; trotzdem hat dieselbe viele Nachahmer in England und Deutschland gefunden und halten viele Fabrikanten noch an ihr fest. Ja man geht sogar so weit, Vorzüge an dieser Construction rühmen zu wollen; so wird namentlich angeführt, daß dadurch das sogenannte Spucken (priming) der Maschine, d. h. das Auswerfen von condensirten durch beigemengte Rußtheile schwarz gefärbten Wassertropfen, mit dem Dampf aus dem Schornstein, vermieden werde. Letzteres ist allerdings richtig, es wird nämlich das Ausströmungsrohr durch den es umgebenden Dampf des Dampfraumes von außen erhitzt, so daß etwa innerhalb des Rohres mit dem verbrauchten Dampf durchgehendes condensirtes Wasser wieder verdampft wird und das Rohr nicht in Folge äußerer Abkühlung zur Bildung von Wasser Veranlassung giebt; aber es ist hierbei nicht zu übersehen, daß diese Verdampfung auf Kosten des Dampfes im Dampfraum, d. h. indirect auf Kosten des Brennmaterialverbrauches geschieht Wenn man nun bedenkt, daß das Spucken der Maschine, wenngleich es immerhin nicht gerade zu den Annehmlichkeiten zählt, doch keine irgend erheblichen Nachtheile mit sich bringen kann, so wird man sich nicht bewogen fühlen, dasselbe auf Kosten des Kohlenverbrauches zu beseitigen. Soweit dasselbe durch die äußere Abkühlung eines freiliegenden Ausströmungsrohres entsteht ist es leicht demselben durch eine Verkleidung dieses Rohres abzuhelfen. Soweit es aber dadurch hervorgerufen wird, daß der Dampf entweder nicht trocken in den Cylinder tritt oder daselbst theilweise condensirt, muß durch angemessene Höhe

des Dampfraumes, mechanische Wasserabscheider und durch Bekleidung des Cylinders, am besten durch Dampfmantel, das Uebel von Grund aus beseitigt werden. Ein anderer Vorzug der in Rede stehenden Construction, der aber nicht von den Fabrikanten ausgesprochen wird, ist der, daß Laien sich durch das einfache Aeußere der Maschine mit verstecktem Rohr leicht täuschen lassen und eine solche Maschine lieber kaufen, weil sie dieselbe für einfacher halten als eine andere, bei welcher sie das Rohr, von dessen nothwendiger Existenz sie nichts wissen, oben auf dem Kessel entlang gehen sehen. Namentlich der Landmann, der von erfahrenen Freunden gehört hat, daß man vor allen Dingen darauf sehen müsse, daß eine Maschine einfach sei, sieht hierauf vor allem Andern, wenn er sich eine Maschine kauft. Aber je mehr die Kenntniß der Maschinen auch unter den Laien fortschreitet, desto weniger wird dies der Fall sein; der Käufer, welcher weiß, daß ein Dampfausströmungsrohr bei jeder Maschine vorhanden sein muß, wird leicht selbst zu der Einsicht kommen, daß es nicht gut sei, dasselbe in den Dampfraum des Kessels zu legen. Denn abgesehen von der erwähnten Wärmeentziehung im Dampfraume müssen die Dichtungen des Rohres, deren in der Regel 4 vorhanden sind (nämlich eine an der Befestigungsstelle in der Decke der Feuerbüchse, zwei für das Knie und die vierte beim Durchgang des Rohres durch die vordere Rohrplatte), da sie dem Dampfdruck von außen unterliegen, der steten Gefahr des Undichtwerdens ausgesetzt sind, in welchem Falle der Dampf aus dem Kessel durch das Rohr in den Schornstein entweicht und außerdem ein Nachdichten der schadhaften Stelle sehr schwer bewerkstelligt werden kann.

Das Ausströmungsrohr muß daher durchaus außen am Kessel entlang gehen, dabei jedoch auch nicht zu weit nach außen vorspringen, so daß es nicht etwa beim Transport beschädigt werden kann.

In allen Fällen tritt der Dampf durch das Ausströmungsrohr (exhaust cone, conical exhaust nozzle) in den Schornstein aus, der senkrecht nach oben gerichtet ist. Der hier ausströmende Dampf ist es, wie bekanntlich auch bei den Locomotiven, der den für die Verbrennung der Kohlen auf dem Roste nöthigen Zug erzeugt. Oben, wo von der Berechnung der Rostfläche die Rede war, wurde darauf hingewiesen, daß die Größe derselben wesentlich von der Stärke des Zuges abhängig ist. Bei Locomotiven ist die Zugstärke 4 bis 5 Meter pro Sekunde und darüber; es wurde oben darauf hingewiesen, daß man bei Locomobilen die Zuggeschwindigkeit zweckmäßig etwa gleich 1,8 bis

2 m pro Sekunde annimmt. Offenbar kann man an dieses Maß nicht gebunden sein, wenn man bedenkt, daß die Zugstärke bei stationären Maschinen und Locomotiven zwischen den beträchtlich weiten Grenzen 0,5 und 5 m schwankt, doch sprechen verschiedene Gründe dafür, die Rostfläche mindestens für keine höhere Zuggeschwindigkeit zu construiren. Erstens ist es die oben berührte Rücksicht der Feuergefährlichkeit, welche hier in Betracht kommt. Sodann ist zu berücksichtigen, daß, je geringer die verlangte Zugstärke ist, desto weiter die Ausströmungsmündung sein kann, desto geringer also der Gegendruck des ausströmenden Dampfes auf den Dampfkolben. Endlich aber ist, um diese Zugstärke zu erzielen, bei richtiger Wahl der Verhältnisse nicht aller ausströmende Dampf zur Zugerzeugung nothwendig, es kann daher ein Theil zur Erwärmung des Speisewassers benutzt werden.

Die Benutzung der im Ausströmungsdampf enthaltenen Wärme zur theilweisen Erwärmung des Speisewassers ist bei Locomotiven schon seit Jahren mit Vortheil angewandt, und ist unter dem Namen der Kirchweger'schen Condensation bekannt. Die Frage nach ihrer Anwendbarkeit geht Hand in Hand mit einer andern Frage, nämlich ob man als Speisevorrichtung Pumpe oder Injector nehmen soll. Bei Anwendung der letzten Art von Speisevorrichtung darf man das Speisewasser bekanntlich nur sehr wenig vorwärmen, namentlich wenn dasselbe dem Injector nicht unter Druck zufließt, sondern einige Fuß angesaugt werden muß.

Bei den Locomotiven hat in dem Kampfe zwischen Injector und Speisepumpe der erstere größtentheils den Sieg davongetragen. Zwar ist es wohl als ausgemacht zu betrachten, daß Speisepumpe und Kirchweger'sche Condensation direct ökonomischer in Bezug auf Brennmaterialverbrauch sind als der Injector, aber der letztere braucht kein Schmier-Oel und bedarf fast gar keiner Reparaturen. Der letztere Umstand ist schon bei Locomotiven von Bedeutung, für Locomobilen muß derselbe, wie schon wiederholt bemerkt, fast immer in erste Linie gestellt werden. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß der Injector vor der gewöhnlichen Speisepunpe den Vorzug verdient, besonders da der Vorwurf der schwierigen Behandlung des Injectors, der den ersten complicirteren Constructionen desselben anhaftete, für die neueren einfacheren Formen desselben wegfällt. Wird die Speisepumpe so angeordnet, daß sie von demselben Excentric bewegt wird, wie der Dampfschieber (siehe Holzschnitt Fig. 17), so stellt sich allerdings die Sache

der gewöhnlichen Anordnung gegenüber günstiger für die Speisepumpe; Verfasser würde jedoch auch dann noch für den Injector stimmen.

Entscheidet man sich jedoch für die Speisepumpe, dann ist es durchaus rationell, einen Theil des Ausströmungsdampfes für die Vorwärmung des Speisewassers zu benutzen. In neuerer Zeit geschieht letzteres vielfach.

Auf Tafel 5 Fig. 2 bis 4 ist die Art der Speisewasservorwärmung abgebildet, wie dieselbe von der Firma Brown & May (siehe auch Holzschnitt Fig. 15) angewandt wird. Die Abbildung ist der Zeitschrift Engineering (11. Dec. 1868) entnommen. Daselbst ist der Apparat folgendermaßen beschrieben:

„Der Vorwärmer besteht aus einem Gußstück, dessen Form aus den Querschnitten (Fig. 3 und 4) erkennbar ist, und welches zwei Röhren bildet, durch deren obere der Ausströmungsdampf vermittelst eines schmiedeeisernen Rohres eingeführt wird. Am vorderen Ende der Maschine mündet das innere Rohr in ein größeres von Gußeisen, welches den Dampf nach dem gewöhnlichen Conus führt, während alles Condensationswasser darin herunterfällt, durch die untere Röhre zurückfließt und durch einen Schlauch in den Wasserbehälter geführt wird. Das Speisewasser wird nun von der Pumpe durch den ringförmigen Raum um das schmiedeeiserne Rohr gedrückt und geht vorne in den Kessel. Die Pumpe arbeitet fortwährend und zwar läßt man, wenn man nicht speisen will, dadurch daß man einen Hahn öffnet, dasselbe durch die untere Röhre in den Wasserbehälter zurückfließen. Somit geschieht die Erhitzung des Speisewassers fortwährend gleich gut ob der Kessel gespeist wird oder nicht und Alles in Allem arbeitet der Apparat sehr zufriedenstellend. Das Ganze ist einfach, compendiös, kommt nicht in Unordnung und bildet außer einem Vorwärmer auch noch ein bequemes Trittbrett für den Maschinisten, wenn derselbe ölen will u. s. w."

Es liegt bei diesem Apparat zwar die Befürchtung nahe, daß das Condensationswasser nicht vollständig durch das untere Rohr zurückfließen, sondern zum großen Theil mitgerissen werden wird. Das Spucken ist jedoch, wie schon erwähnt, wenn es seinen Grund nur in der im Ausströmungsrohr stattfindenden Consendation hat, lediglich ein Schönheitsfehler, ohne schädliche Consequenzen, daher dieser Umstand nicht schwer ins Gewicht fällt. Als Vorzug dieser Einrichtung ist zu

rühmen, daß bei derselben in keiner Weise ein schädlicher Gegendruck auf den Dampfkolben entsteht.

Von diesem Fehler ist der Vorwärmer nicht ganz frei, der von einigen anderen englischen Fabriken in neuester Zeit angewandt wird, darin bestehend, daß sich vom Ausströmungsrohr ein kleines Rohr abzweigt, welches einen Schlauch als Fortsetzung trägt, der in das Wassergefäß hineingehängt wird. Je nachdem eine im Ausströmungsrohr befindliche Klappe mehr oder weniger geschlossen wird, tritt mehr oder weniger vom ausströmenden Dampf durch das Zweigrohr in das zum Speisen bestimmte Wasser. Zu bemerken ist hierbei, daß offenbar die Klappe im Ausströmungsrohr nicht luftdicht schließen darf, da sonst beim Stillstand der Maschine in Folge der entstehenden Luftleere das Wasser aus dem Bottich in das kleine Rohr und den Dampfcylinder aufgesaugt werden könnte.

4. Der Schornstein (chimney) mit Blasrohr (steam jet in chimney) und Funkenfänger (spark catcher).

An die Besprechung des Dampfausströmungsrohres reiht sich von selbst diejenige des Schornsteines, in welchen dasselbe ausmündet. Bis jetzt wurden bei den Locomobilen die Schornsteine durchweg cylindrisch hergestellt. Dieselben sind zweitheilig und zwar so, daß das obere längere Ende niedergelegt werden kann, indem es mit dem unteren Theile, der auf der Rauchkammer festgeschraubt ist, durch ein Charnier verbunden ist.

Auch in Bezug auf die Form des Schornsteins scheint die Locomotive berufen zu sein, die Lehrmeisterin der Locomobile zu werden. Die Versuche von Prüsmann haben nachgewiesen, daß für die gebräuchliche conische Form der Dampfausströmungsmündung nicht die cylindrische Form des Schornsteines, sondern eine nach oben und unten erweiterte Form, die zweckmäßigste ist, deren engste Stelle in einer ganz bestimmten vortheilhaftesten Höhe über der Ausströmungsmündung liegt Es würde zu weit führen, hier die Versuche des genannten Verfassers näher zu beschreiben, vielmehr sei hiermit auf die Arbeit desselben hingewiesen, betitelt: Practische Untersuchungen über die Wirkungen des Locomotivblasrohres von A. Prüsmann. Wiesbaden 1865, W. Kreidel.

Der Schornstein der Locomobile ist zu niedrig, um an sich einen irgend nennenswerthen Zug zu erzeugen, daher weiß jeder Locomobilenwärter, daß es mitunter ein sehr mißliches Ding ist, die Maschine anzuheizen. Das Ausströmungsrohr wirkt nur als zugerzeugendes Gebläse beim Arbeiten der Maschine, man ist daher nicht im Stande, künstlichen Luftzug damit zu erzeugen, ehe so viel Dampf vorhanden ist, daß man die Maschine arbeiten lassen kann. Da empfiehlt es sich denn dringend, ein kleines Dampfrohr, welches wir Blasrohr nennen, aus dem Dampfraume des Kessels in den Schornstein zu führen, welches einen Hahn zum Absperren und Durchlassen des Dampfes besitzt und im Schornstein als Ring endigt, mit mehreren feinen nach oben gerichteten Löchern. Ein solches Röhrchen ist aus den Zeichnungen der Wolf'schen Locomobile deutlich zu ersehen.

Als Funkenfänger erhält der Schornstein eine Drahthaube — am besten von Messingdraht — oder es wird über der Ausmündung der Siederohre in der vordern Rohrplatte ein Sieb aus einer durchlöcherten Platte oder Drahtgeflecht in horizontaler Lage befestigt, oder es wird ein solches Sieb in geneigter Lage vor die Ausmündung der Siederohre gestellt oder endlich es werden zwei der genannten Vorkehrungen gleichzeitig angebracht. Drahthaube verbunden mit geneigtem Siebe zeigt die Wolf'sche Locomobile. Ungenügend sind die bloßen Schutzplatten über dem Schornsteine, die in einer Distanz von 50 bis 100 mm über der Ausmündung des Schornsteins befestigt werden, da sie namentlich bei windigem Wetter den größten Kohlenstücken freien Durchgang gestatten.

5. Kolben (piston) mit Kolbenstange (piston rod) Kolbenstangenkopf oder Kreuzkopf (crosshead) und Pleuelstange (connecting rod).

Diese Theile haben bei den Locomobilen der Natur der Sache nach nur sehr wenig Eigenthümlichkeiten vor denselben Theilen anderer Dampfmaschinen voraus, nur daß das allgemeine Bestreben, dieselben einfach und leicht herzustellen, einigen Constructionen vor andern den Vorzug giebt. Die ältesten Dampfkolben waren bekanntlich solche mit Hanfliederung, dieselben werden jedoch jetzt nicht mehr angewandt, hauptsächlich weil diese Liederungen zu oft der Erneuerung bedürfen. Die neuerdings angewandten Dampfkolben mit Metalldichtungen

kann man eintheilen in solche, bei denen die Dichtungstheile durch besondere Federn gegen die Cylinderwandungen gedrückt werden und in solche bei welchen die Dichtungstheile selbst Federn sind. Die Kolben der ersteren Art bedürfen meistens von Zeit zu Zeit der Nachspannung, die letzteren laufen bis die Dichtungsringe abgenutzt sind und deshalb erneuert werden müssen. Die letzteren, auch selbstspannende Kolben genannt, sind es, welche sich für Locomobilen empfehlen.

Für Locomotiven werden in neuerer Zeit vielfach Dampfkolben angewandt, welche mit der Kolbenstange aus einem Stück und zwar von Schmiedeeisen hergestellt sind. Diese an sich ganz vorzügliche Construction wird bei Locomobilen wohl keinen Eingang finden wegen ihrer hohen Herstellungskosten. Dagegen sind einige andere Arten von einfachen Dampfkolben, welche sich für Locomotiven seit Jahren bewährt haben, auch für Locomobilen recht passend.

So der Kolben Fig. 5, 6 und 7 Tafel 5. Derselbe gestattet, daß die innere Fläche der beiden Cylinderdeckel ganz gerade bleibt, ohne Aussparungen irgend welcher Art für vorstehende Schraubenmuttern u. dgl. zu enthalten. Der Kolbenkörper besteht bei diesem Dampfkolben aus einem einzigen hohlen Gußstück. Die Kolbenstange ist mit flachem Gewinde hineingeschraubt und am Ende ein wenig versenkt umgenietet. Wird die Kolbenstange, was sehr zu empfehlen ist, aus Stahl gefertigt, so hat das Umnieten seine Schwierigkeiten, es empfiehlt sich dann eine sehr einfache Befestigungsweise, darin bestehend, daß an irgend einem Punkte der Peripherie ein kleines Loch gebohrt wird, Gewinde eingeschnitten, und ein Schraubenstift fest eingeschraubt wird. Ein solcher Stift verhindert das Zurückdrehen des Kolbens auf der Kolbenstange vollständig und ist selbst nicht in Gefahr, sich jemals von selbst zu lösen, wenn er nur ursprünglich recht schwer passend hineingeschraubt wurde. Drei runde Löcher sind in einer der Endflächen des Kolbenkörpers zur Aufnahme der Kernstützen beim Gießen nothwendig, dieselben werden mit Gewinde versehen und durch sehr fest vermittelst eines langen Schlüssels hineingedrehte Schrauben geschlossen. Der zum Hineindrehen dieser Verschlußschrauben (plugs) ursprünglich vorhandene Vierkant wird nachher abgehauen, so daß nichts vorsteht. Auch diese Verschlußschrauben werden zweckmäßig vor der Möglichkeit des Zurückdrehens durch in ihre Peripherie eingebohrte Schraubenstifte geschützt. Der Kolbenkörper hat eine eingedrehte Nuthe, in welcher zwei gußeiserne federnde Ringe liegen. Diese Ringe werden ursprünglich so groß ge-

gossen, daß sie, wenn im Ganzen ausgedreht, über den Rand der Nuthe gebracht werden können. Dann werden sie aus einander geschnitten und die Enden je zur Hälfte einseitig abgefeilt, so daß die Fuge die bei der einen Feder in Fig. 7 Tafel 5 sichtbare Gestalt mit übergreifenden Enden annimmt. Wenn diese Fugen dann noch außerdem versetzt werden, so läßt — sorgfältiges Einschleifen der Ringe in die Nuthe vorausgesetzt — die Dampfdichtigkeit des Kolbens nichts zu wünschen übrig.

Der in den Figuren 8 bis 11 Tafel 5 dargestellte Dampfkolben gleicht dem bei den Locomotiven der Great Eastern Railway in England bewährt gefundenen Dampfkolben. Hier ist das Ende der Kolbenstange schwach conisch gedreht und bis zu einem Bund genau passend in den Kolbenkörper eingesetzt, worauf eine Mutter auf das vorstehende Ende geschraubt ist. Diese Mutter ist vor dem Zurückdrehen durch einen Schraubenstift von der eben beschriebenen Art geschützt. Dieser Kolben hat nur eine breite Feder, deren Fuge etwas anders gestaltet ist, als die des vorgenannten Beispiels. Nahe der Fuge sind beide Enden auf beiden Seiten so viel weggefeilt, daß sie einem besonderen durch eine Spiralfeder nach außen gedrückten Paßstück Raum geben, welches mit seinen beiden vorstehenden Nasen gabelförmig die Enden zu beiden Seiten übergreift und so die Fuge schützt; auf der diesem Stück entgegengesetzten Seite des Kolbens ist eine Spiralfeder von gleicher Stärke nothwendig.

Der in „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure" Novemberheft 1869 Tafel XXIII Fig. 3 dargestellte Dampfkolben eignet sich für Locomobilen nicht, trotzdem er die Bedingung der Einfachheit in hohem Grade erfüllt. Abgesehen nämlich davon, daß der Dampfcylinder bei dieser Kolbenform wegen der bedeutenden Höhe des Kolbens unnöthig lang und schwer werden muß, daß die Cylinderdeckel sehr vertieft, also schwer ausfallen und daß der Kolben selbst unnöthig schwer ist, kann ein solcher Dampfkolben nicht gehörig dicht schließen. Dieser Kolben erhält, nach Angaben des Berichterstatters a. a. O. „keine Spannringe, sondern nur ausgedrehte Nuthen am Umfange, in welchen das Condensationswasser dichtend und schmierend wirkt." Wie aber, so möchte man fragen, wenn die Maschine, was doch im höchsten Grade wünschenswerth ist, mit trockenem Dampfe arbeitet, wenn z. B. der Cylinder mit Dampfmantel umgeben ist? Wie, wenn der Kolben ein halbes Jahr gelaufen ist? Offenbar besitzt dieser Kolben gar keine

Reparaturfähigkeit, sondern muß durch einen ganz andern ersetzt werden, sobald Abnutzung eingetreten ist.

Die Kolbenstange wird am besten aus Stahl hergestellt.

Der Kreuzkopf richtet sich seiner Form nach, nach der Art der Geradeführung welche angewendet wird, worüber weiter unten das Nähere. Das beste Material für den Kreuzkopf ist unstreitig Schmiedeeisen, doch wird derselbe bei Locomobilen vielfach von Gußeisen hergestellt, ohne daß sich wesentliche Nachtheile daraus ergeben hätten.

Die Pleuelstangen werden bei Locomobilen fast ausschließlich von kreisrunden Querschnitt gemacht und genügt diese Form, welche bedeutend billiger herzustellen ist als die bei Locomotiven übliche mit rechteckigem Querschnitt, bei der mittleren Kolbengeschwindigkeit, welchen man den Locomobilen in der Regel giebt, vollständig. Dieselben erhalten gewöhnlich an beiden Enden sogenannte offene Köpfe mit Schnallen (straps), wie auf den Zeichnungen der Wolf'schen Locomobile in so deutlichem Maßstab gezeichnet ist, daß es weiterer Erklärung nicht bedarf.

Man darf nicht vergessen, daß diese Art von Pleuelstangen durch das allmälige Nachziehen bei eingetretener Abnutzung kürzer werden.

Ueber das Material derselben ist zu erwähnen, daß dieselben neuerdings vielfach aus Stahl hergestellt werden, was sich selbstverständlich, abgesehen vom Kostenpunkt, außerordentlich empfiehlt.

6. Die Geradeführung (guiding parts).

Nur Führungslineale (guide bars) mit ebenen Flächen parallel zur Schwungradwellen-Achse als Hauptführungsflächen geben eine genügende Geradeführung. Dabei ist es an sich gleichgültig, ob man zwei breite Lineale anwendet, wie jetzt fast allgemein bei den Locomotiven bei uns in Deutschland geschieht, wie auch bei französischen Locomobilen, oder ob vier Lineale angeordnet werden, wie sie die meisten englischen Locomobilen haben. Letztere Art von Geradeführungen ist jedenfalls eine ganz vorzügliche, vorausgesetzt, daß die Flächen genügende Breite und die Gleitklötze (slide blocks) genügende Länge haben, sie bildet einen der nachahmungswürdigsten Theile an den besseren englischen Locomobilen.

Runde Führungsstangen oder gar eine Führung der verlängerten Kolbenstange in einem Auge, welches von der

Pleuelstange gabelförmig umfaßt wird, sind ungenügende Geradeführungen. Sie bieten zu wenig Fläche und werden daher zu schnell abgenutzt, bei der letztgenannten Anordnung fällt außerdem noch ein Theil des Druckes auf die Kolbenstangenstopfbüchse, welche dadurch einseitig ausgeschliffen wird. Hoffentlich ist die Zeit nicht mehr fern, wo man dergleichen Constructionen nicht mehr sehen wird.

Je größer der Druck zwischen zwei reibenden Flächen pro Flächeneinheit ist, desto stärker ist die Abnutzung und desto leichter tritt das sogenannte „Fressen" ein, d. h eine außerordentlich schnelle Abnutzung der Flächen der Art, daß sichtbare Spähne weggerissen werden, welches man außer bei Lagern nirgends leichter beobachten kann als bei runden Führungsstangen. Dieses Fressen, vor dem jeder Maschinist, der einmal üble Erfahrungen damit gemacht hat, einen heiligen Respect bekommt, steht im Zusammenhange mit der Natur der Materialien, aus denen die reibenden Flächen bestehen, mit dem Druck pro Quadratcentimeter, welcher zwischen den Flächen herrscht und der Art und Menge der verwendeten Schmiere. Manche Combinationen von Metallen sind dem Fressen (cutting) ungeheuer leicht ausgesetzt, z. B. Schmiedeeisen auf Schmiedeeisen frißt sich so leicht, daß die Praxis überhaupt diese Zusammenstellung verbietet, dagegen ist Gußeisen auf Gußeisen, Schmiedeeisen auf Messing oder Gußeisen, Gußeisen auf Messing oder umgekehrt; viel weniger diesem Uebel ausgesetzt. Bei letzteren Combinationen tritt das Uebel nur auf, wo Mangel an Schmiere stattfindet oder die Flächen im Verhältniß zu dem auf ihnen lastenden Druck zu klein sind oder dadurch zu klein werden, daß in Folge schlechter Montage beide Theile nicht mit ihren vollen Flächen an einander liegen. Es erscheint wahrscheinlich, daß, während man gewöhnlich annimmt, die Abnutzung zweier bestimmter Flächen von bestimmtem Material sei der Belastung und dem zurückgelegten Wege proportional, diese Annahme nur innerhalb gewisser Grenzen gilt und es muß als eine dankbare Aufgabe gelten, durch Versuche zu ermitteln, ob nicht bei einer annähernd zu bestimmenden Belastung pro Quadratzoll bei den in der Praxis gebräuchlichen Materialien das Fressen eintritt; es würde sich jedenfalls dabei herausstellen, daß diese Belastung eine andere, in der Regel eine kleinere für trockene Flächen, oder solche in wenig fettigem Zustande sein darf, als für gut geschmierte Flächen. Man würde dann gut thun, die für den trockenen Zustand der reibenden Flächen gefundene Grenze, thunlichst auch bei der Construction

solcher reibender Flächen nicht zu überschreiten, welche bestimmt sind, geschmiert zu werden.

Bis jetzt sind dergleichen Regeln über die zulässige Belastung reibender Flächen pro Quadratcentimenter nicht bekannt, man hat daher nur die allgemeine Regel, daß reibende Flächen recht groß gemacht werden müssen und hält sich in bestimmten Fällen in diesem Punkt am richtigsten an bewährte practische Ausführungen.

Wo eintretende Abnutzung einen schlechten Gang der Maschine herbeiführen muß, wie bei den Lagern, der Pleuelstange u. s. w., da versieht man den einen Theil bekanntlich mit einer Stellvorrichtung, so daß stets eine Adjustirung den schädlichen Einflüssen der Abnutzung begegnen kann. Es sollten auch bei jeder Geradeführung Adjustirungsvorrichtungen etwa an den Gleitklötzen (slide blocks) vorhanden sein, doch findet man dieselben bis jetzt nur bei den Maschinen weniger Fabrikanten. Ein Beispiel eines solchen adjustirbaren Gleitklotzes findet sich Tafel 13 Fig. 9, 10 und 11 in natürlicher Größe dargestellt.

Die vier Führungslineale (guide bars) sind bei den englischen Locomobilen mit ihrem hinteren Ende in der Regel am vorderen Cylinderdeckel befestigt, während das vordere Ende von einem besondern Träger, dem Führungsträger (guide column) getragen wird, der seinerseits auf dem Kessel mit Schrauben befestigt wird. Die Form dieses Führungsträgers ist aus Fig. 14 Tafel 5 deutlich zu ersehen. Die Lineale werden von Gußeisen, Schmiedeeisen (eingesetzt und gehärtet), oder Stahl gefertigt. Die Figuren 12 und 13 zeigen schmiedeeiserne Lineale der Locomobilen von Ruston, Proctor & Co. Lincoln, England; die Figuren 15 und 16 solche von Gußeisen, wie sie von der Firma Robey & Co. gemacht werden. Aus der Abbildung der Wolf'schen Locomobile ist zu ersehen, daß hier die Geradeführung auf einem Verbindungssteg zwischen Cylinderdom und Sattel befestigt ist. Die beiden unteren Lineale bilden ein Stück, an den Enden sind zwischen diese und die oberen Lineale im Ganzen vier Distanzstücke von durchaus gleicher Stärke angebracht, durch welche die vier Befestigungsbolzen mit hindurch gehen. Bei dieser Anordnung kann die Kesselausdehnung auch nicht den leisesten Einfluß auf die Führungen ausüben, während bei der englischen Anordnung dieser Einfluß nicht hinweg zu läugnen ist, ob er gleich auch dort sehr gering ist.

Auf den oberen Gleitlinealen muß stets ein Schmiergefäß (oil

cup) angebracht werden. Die schmiedeeisernen Lineale erhalten hierzu ein Loch mit Gewinde, in welches eine messingene mit Gewindezapfen versehene Schmierdose eingeschraubt wird. Bei den abgebildeten gußeisernen Linealen (Fig. 15 und 16) ist das eigentliche Schmiergefäß mit angegossen und erhält nur zur Vervollständigung ein ca. 10 ^{mm} im Durchmesser haltendes Messingrohr zur Aufnahme des Dochtes und einen Messingdeckel (cap), welcher letztere vermittelst Stellschraube und horizontalem Schlitz so befestigt ist, daß er eine Drehung um ca. einen rechten Winkel gestattet. Das zum Eingießen des Oels im Deckel bestimmte Loch ist so angebracht, daß es in der einen Endstellung des Deckels nach unten offen in das Schmiergefäß führt, nach der entgegengesetzten Seite gedreht, jedoch durch eine im Innern des gußeisernen Gefäßes vorspringende Nase geschlossen wird, um den Zugang von Staub und Schmutz zu hindern. Der allein richtige Ort für dieses Schmiergefäß ist die Mitte des Hubes der Gleitklötze und nicht der Symmetrie zu liebe die Mitte der Gleitlineale. Gut ist es, wie Fig. 12 und 13 zeigen, die eigentliche Lauffläche der Lineale etwas vorstehen zu lassen. Statt dessen kann man aber auch da, wo die Lauffläche zu Ende ist, flache Einschnitte der Quere nach von ca. 3 ^{mm} Tiefe u. 10^{mm} Breite machen. Zweck dieser Vorkehrung ist, die Bildung eines Absatzes bei erfolgter Abnutzung zu verhindern; in jedem Falle muß daher die so begrenzte Lauffläche um ca. 3 ^{mm} kürzer sein als der äußerste Punkt der Bahn, bis zu welchem die Außenkante des Gleitklotzes gelangt, so daß diese Außenkante jedes Mal auf beiden Enden etwas übertritt.

Bei der Geradeführung mit vier Linealen erhält der Kreuzkopf die in den Figuren 17 und 18 Tafel 5 abgebildete Form einer kurzen Gabel, in deren Oeffnung der Pleuelstangenkopf Platz findet. Durch die Gabel ist ein Bolzen (cross head pin) quer durchgesteckt und fest damit verbunden, gewöhnlich dadurch, daß die Gabel warm gemacht wird, um beim Erkalten den Bolzen fest zu umschließen. Statt dieser Methode des Warmaufziehens (contracting) des Kreuzkopfes wendet man auch eingebohrte Stifte an. Die hervorstehenden schwächeren Endzapfen dieses Bolzens passen in die Bohrungen der Gleitklötze (slide blocks). Ein solches Gleitstück von passender Länge für die Führungen Fig. 15 und 16 ist in den Figuren 19 und 20 gezeichnet (Tafel 5), dasselbe erhält zwei feine Bohrungen von oben nach unten durchgehend nahe den Enden, welche das Oel von oben nach unten durchführen. Auf der oberen sowohl, wie der unteren Fläche werden diese Löcher mit

einer flachen, im Zickzack laufenden Rinne versehen, welche eine gute Vertheilung des Oels bewirkt.

Die Geradeführung und Gleitklötze gehören zu den wenigen Theilen, für welche das für alle bewegten Theile in neuerer Zeit verworfene und durch Schmiedeeisen und Stahl verdrängte Gußeisen nicht nur ein vollkommen ausreichendes Material ist, sondern in manchen Beziehungen sogar seine Vorzüge hat. Die Flächen von gußeisernen Linealen halten sich, wenn der Guß die nöthige Härte hat, sehr gut, oft besser als die von Schmiedeeisen und Stahl, weil sie dem Fressen nicht so leicht ausgesetzt sind. Die Lineale von Gußeisen sind billiger herzustellen, sehen gefällig aus und geben wenig Reibung (bekanntlich ist der Reibungscoefficient von Gußeisen auf Gußeisen klein). Endlich ist bei Anwendung schmiedeeiserner oder stählerner Führungen auch keine bedeutende Materialersparniß zu erzielen, da letztere, wenn man sie erheblich schwächer machen wollte als die von Gußeisen, zu sehr durchfedern würden. Gerade das Starre und Unbiegsame des Gußeisens ist es, welches dasselbe für Geradeführungen vorzüglich geeignet macht. So sehr daher die Anwendung von Schmiedeeisen und Stahl statt des Gußeisens in vielen Fällen befürwortet werden muß, so muß in diesem Falle das Gußeisen ohne jeglichen Nachtheil beibehalten werden.

7. Die Schwungradwelle (fly wheel shaft) oder Kurbelwelle (crank shaft) mit Lagern (plummer blocks) und deren Befestigung.

Die Schwungradwellen mit gekröpfter Kurbel (cranked shaft) sind für Locomobilen am passendsten, da eine Endkurbel eine zu sehr seitliche Lagerung des Dampfcylinders bedingen würde, man findet daher die ersteren bei der bei Weitem größeren Anzahl von Locomobilen. Dagegen empfehlen sich für transportable Dampfmaschinen die Endkurbeln.

Bei Locomotiven werden bekanntlich in Deutschland die Achsen mit innerhalb liegenden gekröpften oder geschmiedeten Kurbeln nicht angewandt, weil die Möglichkeit eines Achsenbruches dadurch gesteigert wird, letztere aber von den bedenklichsten Folgen begleitet sind. Daß eine gleiche Gefahr bei einem Wellenbruch der Locomobile nicht vorhanden ist, ist leicht einzusehen, auch ist bei dem bedeutend geringeren

Durchmesser der Locomobilenwelle dieselbe mit viel größerer Sicherheit fehlerfrei herzustellen.

Die Wellenlager (plummer blocks, piedestals, journals u. s. w. Es giebt kaum einen Gegenstand im Maschinenbau, für welchen die englische Sprache eine solche Fülle von Ausdrücken hat, wie das Zapfenlager, die genannten drei Ausdrücke gehören zu den am häufigsten gebrauchten), werden bei den englischen Maschinen meistens mit einer solchen Verlängerung in einem Stück gegossen, daß sie direct am Kessel befestigt werden können und zwar haben die letzteren entweder die Form zweier getrennter Consolen (brackets) oder eines einzigen sattelförmigen Gußstücks (saddle). Letztere Anordnung bietet immerhin etwas mehr Sicherheit gegen eine Verschiebung, daher sie den Vorzug verdienen mag. Gewiß ist jedoch auch, daß sich die Maschinen mit zwei Lagerböcken in dieser Hinsicht durchaus bewährt haben, wenn nur die Befestigung derselben solid genug geschehen war. Vielfältig werden die Zapfenlager selbst so construirt, daß der Deckel derselben gegen die Horizontale geneigt ist. Der Zweck dieser Construction, — die bessere Möglichkeit des Nachstellens der Lagerschalen (brasses) — scheint jedoch vollständig ebenso gut und leichter erreicht zu werden, wenn man dem Zapfenlager seine senkrechte, dem Deckel seine horizontale Lage läßt, dabei jedoch die Lagerschalen so einrichtet, daß dieselben nach der Längenrichtung der Maschine verstellt werden können; die Trennungsfuge der Schalen kann dabei gegen die Verticale geneigt angeordnet werden.

Die Figuren 21 bis 24 Tafel 5 zeigen den Sattelbock der sog. achtpferdigen Locomobile von Ruston, Proctor & Co. Lincoln. Eine vollständige Zeichnung dieser Locomobile findet man in dem „Bericht über die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe der Pariser Weltausstellung 1867 von Emil Perels“, (siehe oben unter den Literaturangaben). Bei dieser Maschine ist, wie bei den meisten englischen Maschinen, der Dampfcylinder bedeutend seitlich arrangirt, so daß das eine Lager dicht neben der Kurbel ist. Zu bemerken ist, daß für jedes Lager, wie die Figur zeigt, nur eine Stellschraube und zwar am vorderen Ende desselben vorhanden ist. Dieser Anordnung hat jedenfalls die Rücksicht darauf zu Grunde gelegen, daß bei dem successiven Nachstellen der Pleuelstangenlager im Betriebe, die letztere kürzer wird, daß es also nöthig ist, in dem Maße, wie dies geschieht, auch die Kurbelwelle dem Cylinder zu nähern, also die Lager nur rückwärts zu stellen. Da jedoch, wie schon oben einmal erwähnt, bei der

einseitigen Stellung der Kurbel die Abnutzung der Kurbelwellenlager eine ungleiche ist, so müßte doch dafür gesorgt sein, daß das von der Kurbel entferntere Lager mit zwei Stellschrauben versehen würde, damit hier ebenso viel Rückwärtsstellung möglich sei als bei dem der Kurbel am nächsten liegenden Lager. Wie die Einrichtung hier getroffen ist, muß die Schwungradwelle mit der Zeit aus der streng rechtwinkelichen Lage gegen die Cylinderachse in eine schiefwinkelige gerathen.

Die Anordnung der Kurbelwelle bei der Wolf'schen Locomobile, wo die Kurbel in der Mitte zwischen den Lagern sitzt und die Lager selbst auf dem Sattelbock für sich aufgeschraubt sind, ist aus der Constructionszeichnung hinreichend ersichtlich.

8. Die Schiebersteuerung (valve gear).

Die Schiebersteuerung ist einer der wichtigsten Theile bei der Dampfmaschine. Bekanntlich unterscheidet man Schiebersteuerungen mit einem und solche mit zwei Schiebern, bei welchen letzteren außer dem Grund- oder Vertheilungsschieber (valve, steam valve, slide valve, slide, distributing valve) noch ein zweiter, der sogenannte Expansionsschieber (cutt off valve, expansion valve) vorhanden ist und es ist eine Frage von nicht geringer Wichtigkeit, welche von diesen beiden Arten bei der Locomobile anzubringen sind.

Allgemein ist es anerkannt, daß mit zwei Schiebern eine bessere Ausnutzung der Expansionswirkung des Dampfes möglich ist als mit einem Schieber, daß daher durch eine Doppelschiebersteuerung überall da Kohlen zu sparen sind, wo eine Maschine mit hoher Expansion arbeitet. Die Begründung hierfür muß für die weiter unten erfolgenden theoretischen Betrachtungen und Erklärungen über die Schiebersteuerungen vorbehalten werden. Dagegen ist die Steuerung mit zwei Schiebern complicirter, daher in der ersten Anschaffung theurer und mehr als die einfache Steuerung der Abnutzung und Reparatur und größerem Oelverbrauch unterworfen. Um daher entscheiden zu können, welche von beiden Arten der Schiebersteuerungen für die Locomobilen am passendsten sei, wäre zunächst festzustellen:

1) Wie groß ist die durch Anwendung der Doppelschiebersteuerung zu erzielende Ersparniß unter Berücksichtigung des Brennmaterialwerthes?

2. Wie hoch belaufen sich die Zinsen der Mehrkosten einer Doppelschiebersteuerung?

3. Wie hoch die Kosten des vermehrten Oelverbrauches?

4. Wie hoch die vermehrten Reparaturkosten?

Der Ermittelung dieser Factoren stehen in der Praxis so große Schwierigkeiten entgegen, daß man schlechterdings darauf verzichten muß, für eine genaue Rechnung genügende Werthe zu finden. Glücklicherweise ist aber auch diese Rechnung zu entbehren, sobald man die Locomotive einmal wieder als Lehrmeisterin der Locomobile gelten lassen will. Es ist bekannt, daß man für Locomotiven, welche lange Zeit hindurch stets mit Doppelschiebersteuerungen versehen wurden, heute bei sehr vielen Bahnen wieder zur einfachen Schiebersteuerung zurückgekehrt ist, da man gefunden zu haben meint, daß die durch die Doppelschiebersteuerung zu erzielende Kohlenersparniß durch die vermehrten Unterhaltungskosten mehr als compensirt wird. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß wohl nirgends Kohlenverbrauch, Oelverbrauch und Reparaturkosten so genau festzustellen sind als gerade bei den Eisenbahnen in Folge der ausgedehnten Controle, daher wohl mit Sicherheit anzunehmen ist, daß hier keine Täuschung vorliegt. Wenn man nun berücksichtigt, daß:

1. Die Unterhaltungskosten einer Locomotive der Eisenbahngesellschaft sich beträchtlich billiger stellen als einem Privatmann, da jene die Reparaturen in ihren eigenen Werkstätten vornimmt, demnach zum Selbstkostenpreis erhält.

2. Die Locomotiven fast stets — das erste Anfahren und das Hinauffahren auf außergewöhnliche Steigungen, sowie außergewöhnliche Witterungsverhältnisse, wie z. B. starke Stürme oder Schneegestöber etwa ausgenommen — mit hoher Expansion fahren, daß also

3. Die Brennmaterialersparniß, welche zu erzielen ist, relativ bei den Locomotiven sehr groß ausfällt, sowie endlich, daß

4. Die Locomotive stets in den Händen geprüfter Führer ist, denen an der Kohlenersparniß speciell liegt, da sie Kohlenprämien empfangen, welche daher sowohl befähigt, als durch ihr Interesse veranlaßt sind der Doppelschiebersteueruug jede nöthige Sorgfalt angedeihen zu lassen,

und dagegen in Betracht zieht, daß bei landwirthschaftlichen Locomobilen:

1. die Reparaturkosten in den meisten Fällen an sich beträchtlich sind und außerdem eine jede Reparatur eine Betriebsstörung mit sich bringt, welche bei größereren Entfernungen von der nächsten Maschinenfabrik beträchtlich ist;

2. der Betrieb der Locomobilen meistens so eingerichtet wird, daß dieselben mit der größten durch die Steuerung möglichen Füllung und nur selten mit Expansion arbeiten, daß also

3. die Brennmaterialersparniß, welche zu erzielen ist, relativ gering bei den Locomobilen ausfällt, sowie endlich, daß

4. die Locomobile häufig in den Händen ganz ungeübter ländlicher Arbeiter ist, welche nur nothdürftig in den allerwichtigsten Sicherheitsmaßregeln beim Dampfmaschinenbetrieb unterrichtet sind, dagegen in der Regel weder die Fähigkeit noch das Interesse haben, der Doppelschiebersteuerung die nöthige sorgfältige Behandlung angedeihen zu lassen,

so kann man kein Bedenken tragen, die Doppelschiebersteuerungen bei den Locomobilen, als im Allgemeinen weniger anwendbar als die einfachen Schiebersteuerungen, zu verwerfen. Nur in Ausnahmsverhältnissen, wo, (wie in Deutschland wohl selten,) das Brennmaterial sehr kostspielig ist, liegt die Möglichkeit vor, daß sich der Vortheil auf die Seite der Doppelschiebersteuerung neigt.

Günstiger für die Doppelschiebersteuerungen liegt die Sache ohne Zweifel bei den transportablen Dampfmaschinen. Jedoch ist auch hier festzuhalten, daß man mittelst einer Doppelschiebersteuerung nur Brennmaterial sparen kann, wenn die Maschine mit hoher Expansion und nicht mit voller Leistung arbeitet. Wenn daher die Größe der transportablen Dampfmaschine vom Käufer so bemessen wird, daß dieselbe für gewöhnlich mit nahezu ihrer vollen Leistung arbeiten muß, was in der Praxis aus Rücksicht auf die ersten Anschaffungskosten gerade in der Kleinindustrie fast stets geschieht, so werden nicht nur keine Kohlen durch die Doppelschiebersteuerung gespart, sondern es wird sogar in Folge der durch den zweiten Schieber und seine bewegenden Theile vermehrten Reibung ein geringer Mehrverbrauch von Kohlen eintreten, der sich beim Undichtwerden der Schieberflächen steigert, es wird ferner mehr Oel verbraucht und mehr für die Unterhaltung ausgegeben werden. Wo dagegen der Betrieb derart ist, daß für gewöhnlich die Maschine mit hoher Expansion arbeitet und nur mitunter, etwa beim Einrücken selten

gebrauchter Arbeitsmaschinen, mit voller Leistung, da ist die Doppelschiebersteuerung am Platz. Unter den letzteren ist die Meyer'sche Expansionssteuerung, welche namentlich auch Zeuner in seinem Werke, „die Schiebersteuerungen" empfiehlt, eine der vorzüglichsten.

Während es für eine Doppelschiebersteuerung nicht zweifelhaft ist, daß dieselbe variabel sein muß, d. h. gestatten muß, die Maschine mit jedem beliebigen Füllungsgrade arbeiten zu lassen, so ist für die einfache Schiebersteuerung diese Frage der näheren Beachtung werth. Dabei handelt es sich zunächst darum, was vortheilhafter sei, die Maschine mit Expansion arbeiten zu lassen, wenn man nicht ihrer vollen Leistung bedarf, oder mit geringerer Dampfspannung. Letzteres geschieht bekanntlich, wenn man die Dampfabsperrungsvorrichtung verengt.

Es wird später gezeigt werden, daß auch bei der einfachen Schiebersteuerung das Erstere das vortheilhaftere sei. Hiernach tritt nun an den Constructeur der Locomobile die Aufgabe heran, wenn möglich eine variable Expansionsvorrichtung mit einem Schieber so einfach und und dauerhaft herzustellen, daß die Anschaffungskosten der Maschine nicht wesentlich dadurch erhöht werden, daß der Mechanismus, welcher dazu erforderlich ist, möglichst einfach ist, nicht leicht in Unordnung kommt, also keiner Extra-Reparaturen bedarf und endlich in Berücksichtigung der schlechten Wartung, welche den Maschinen auf dem Lande oft zu Theil wird, daß es keinerlei Nachtheile gegenüber der gewöhnlichen Anordnung mit sich bringt, wenn aus Gründen irgend welcher Art, etwa weil der betreffende Arbeiter die Handhabung des Apparats nicht kennt, der Gang der Maschine nicht damit, sondern mit dem Absperrschieber regulirt wird.

Behält man diese Gesichtspunkte im Auge, so muß man von einer Coulissensteuerung (link motion), wie sie bei den Locomotiven üblich ist und sich dort seit lange bewährt hat, für Locomobilen in den meisten Fällen absehen. Freilich hat die Coulissensteuerung auch noch den weiteren Vorzug für sich, daß eine Umsteuerung (reversing) auch während des Ganges der Maschine bewerkstelligt werden kann, und es läßt sich nicht läugnen, daß dies in vielen Fällen eine Annehmlichkeit ist, ein Bedürfniß ist es jedoch jedenfalls nicht. Für eine bloße Annehmlichkeit wird es Niemand vortheilhaft finden, den ganzen Mechanismus der Coulisse mit dem zweiten Excentric, den vielen Gelenken, Steuerhebel u. s. w. anzuschaffen und zu unterhalten.

Weniger complicirt als die Coulissensteuerung ist die Expansionssteuerung mit einem Schieber von Dodd, bei welcher nur ein Excentric vorhanden ist, von welchem man sowohl den Hub als den Voreilungswinkel (angle of lead) in ganz ähnlichem Verhältniß, wie bei der Coulissensteuerung ändern kann, dadurch, daß das Excentric durch eine Art von Keilen oder schiefen Ebenen verschoben werden kann. Dieselbe kann so eingerichtet werden, daß sie eine Umsteuerung während des Ganges gestattet, ebenso wie die Coulissensteuerung, ist jedoch als Umsteuerung, so viel dem Verfasser bekannt, bei Locomobilen bis jetzt nicht angewandt worden. Als variable Expansionssteuerung in Verbindung mit dem Centrifugalregulator finden wir dieselben neuerdings von der Firma Robey & Co. Lincoln angewandt; diese Combination wird weiter unten näher besprochen, wo vom Centrifugalregulator die Rede ist.

Will man für besondere Verhältnisse eine Umsteuerung (reversing gear) für eine Locomobile construiren, welche das Umsteuern auch während des Ganges erlaubt, so verdient die Dodd'sche Umsteuerung wegen ihrer Einfachheit vor der Coulisse den Vorzug. Der Abnutzung ist sie immerhin mehr unterlegen, als die Steuerungen mit festem Excentric, oder diejenigen, von denen jetzt eine der besten beschrieben werden soll, welche gestatten, den Expansionsgrad der Maschine zu verändern und umzusteuern, aber nur, nachdem die Maschine vorher in Stillstand gebracht ist.

Die beste bekannte Construction dieser Art ist die auf Tafel 7 Fig. 1, 2 und 3 dargestellte variable Expansionsschiebersteuerung mit einem Schieber, Patent Hartnell & Guthrie. Die Zeichnungen sind aus „Engineering" vom 10. Dec. 1869. Auf der Schwungradwelle sitzt eine feste Scheibe (disc), an welcher das Excentric mit einer Stellschraube befestigt ist. So weit diese Stellschraube im Excentric sitzt, ist sie rund und paßt in ein rundes Loch des Excentrics; in der festen Scheibe befindet sich ein gerader Schlitz (slot), durch welchen die Befestigungsschraube durchgeht, und zwar ist das Ende des Schraubenbolzens zunächst dem Kopf, welches sich in dem Schlitz befindet, vierkantig. Da nun die Oeffnung für die Schwungradwelle im Excentric ebenfalls die Gestalt eines breiten Schlitzes mit halbrunden Enden hat, so kann man das Excentric so verstellen, daß sein Mittelpunkt in einer geraden Linie parallel mit den beiden Schlitzen verschoben werden und in jedem Punkte festgestellt werden kann. Eine Drehung des

Excentrics um die Stellschraube ist durch eine flache Nase verhindert, welche, wie in Fig. 2 sichtbar, auf der festen Scheibe sitzt. Wie sich durch das Verstellen des Excentrics die Bewegung des Schiebers ändert, darüber werden wir später Auskunft erhalten; hier genüge es, zu bemerken, daß die äußersten Stellungen der Stellschraube im Schlitz der stärksten Cylinderfüllung entsprechen und zwar die eine Stellung für den Vorwärtsgang, die entgegengesetzte für den Rückwärtsgang der Maschine. Um nun sofort sehen zu können, wie das Excentric gestellt ist, ist der Kopf der Stellschraube mit einer Zeigerspitze (finger) versehen, welche auf eine graduirte Scala zeigt, die an der festen Scheibe angebracht ist. Diese Scala hat in der Mitte einen leeren Zwischenraum, um anzudeuten, daß die mittleren Stellungen keine brauchbare Schieberbewegung geben. Es mag bemerkt werden, daß, wenn die Kurbel auf einem ihrer todten Punkte steht und der Zeiger in der Mitte der Scala, der Mittelpunkt der excentrischen Scheibe in gerader Linie mit der Verbindungslinie der Zeigerspitze und dem Mittelpunkt der Welle liegt.

Eine andere ebenfalls bei englischen Locomobilen vielfach übliche Art, das Excentric zu befestigen, so daß zwar keine Veränderung der Expansion, wohl aber eine Umsteuerung der Maschine möglich ist, findet sich auf Tafel 7 Fig. 4 und 5 dargestellt. Hier sitzt an der excentrischen Scheibe eine nabenförmige Verlängerung, welche mit einem Schlitz versehen ist. In der Welle befindet sich ein Loch mit Gewinde radial eingebohrt, welches eine Stellschraube aufnimmt. Der Schlitz ist so lang, daß den äußersten Stellungen des Excentrics der Vorwärts- resp. Rückwärtsgang der Maschine entspricht, während die Zwischenstellungen nicht anwendbar sind.

Sobald man zugiebt, daß es unter den meisten Umständen leichter ist, die Maschine anzuhalten und umzusteuern durch Verschiebung des Excentrics, als etwa den Riemen zu kreuzen, wobei die Stellung der Maschine verändert werden muß, da beim Kreuzen der Riemen kürzer wird, so muß man anerkennen, daß diese Vorrichtung einem festen Excentric vorzuziehen ist, während die Hartnell & Guthrie'sche Anordnung vor der letztgenannten wieder den Vorzug verdient. Ist beim Betriebe einer Dreschmaschine durch ungeschicktes Einfüttern die Trommel verstopft, so werden beide Anordnungen gleich schnell zur Umsteuerung benutzt werden können, während beide der oben ausgesprochenen Bedingung

Rechnung tragen, daß sie in keiner Weise Nachtheile mit sich bringen, wenn sie nicht benutzt werden, namentlich keiner Abnutzung unterliegen.

Die excentrische Scheibe (excentric sheave) ist bekanntlich von dem zweitheiligen Excentricring oder Excentricbügel (excentric strap) umgeben und zwar erhält die Scheibe, zur Vermeidung einer seitlichen Verschiebung des Ringes ein Profil wie Fig. 2 Tafel 7 zeigt, d. h. ein halbrundes, oder ein solches wie Fig. 5 Tafel 7 zeigt, oder endlich ein solches, wie Tafel 4 Fig. 2 zeigt. In letzterwähnter Zeichnung ist die einfachste Art gezeichnet, wie sich die Excentricstange an die eine Hälfte des Excentricringes anschließt, nämlich so, daß die Stange einfach rund bleibt, in eine an den Excentricring angegossene Hülse gesteckt wird und mittelst eines durchgehenden Keils befestigt wird.

An die Excentricstange schließt sich die Schieberstange. Es ist zweckmäßig, diese letztere Verbindung so zu gestalten, daß eine Verlängerung oder Verkürzung derselben möglich ist, damit man im Stande ist, den Schieber richtig einzustellen, ohne den Schieberkasten öffnen zu müssen. Zwar geschieht das Reguliren oder Ausrichten (auch Adjustiren) des Schiebers zunächst bei offenem Schieberkasten und zwar so, daß der Schieber auf gleiches Voreilen regulirt wird, wobei man jedoch bei den auf dem Kessel befestigten Maschinen auf die Kesselausdehnung Rücksicht nimmt d. h. den Schieber um so viel als die Kesselausdehnung voraussichtlich betragen wird, einseitig von der Kurbelwelle entfernt stellt, aber dabei kommt es vor, daß, namentlich in Werkstätten, wo Maschinen sehr ungleicher Größe gebaut werden, die Arbeiter die Kesselausdehnung über- oder unterschätzen.

Außerdem hat eine Dampfmaschine, wenn der Schieber in der That auf genau gleiches Voreilen adjustirt ist, das heißt, so adjustirt ist, (um ganz unzweideutig zu sein,) daß beim Arbeiten die Maschine durchaus mit gleichem Voreilen arbeitet, keinen gleichmäßigen Gang, da in diesem Falle, wie später bei der näheren Untersuchung der Schiebersteuerung gezeigt werden soll, die Dampfvertheilung nicht auf beiden Seiten symmetrisch erfolgen kann. Diese letztgenannte Eigenschaft der Schiebersteuerung, welche nur erfahrenen Arbeitern bekannt ist, macht es hauptsächlich nothwendig, daß, wenn nicht die genaue Einstellung des Schiebers auf dem technischen Bureau ermittelt und von dort her vorgeschrieben wird, es am besten ist, wenn eine nachträgliche Regulirung desselben nach dem Dampfschlag während des Ganges der Maschine vorgenommen wird. Sobald nämlich die Dampfwirkung auf

beiden Seiten des Kolbens nicht symmetrisch erfolgt, so daß die Maschine beim Hingang des Kolbens mit größerer oder kleinerer Füllung arbeitet als beim Hergang des Kolbens, so sind die beiden Schläge des Ausströmungsdampfes während einer Wellenumdrehung nicht ganz gleichmäßig laut und erfolgen nicht in gleichen Zwischenräumen, ganz ähnlich wie die Pendelschläge einer schiefhängenden Pendeluhr, um einen anschaulichen Vergleich zu gebrauchen. Der Locomotivführer sagt, die Maschine „hinkt,“ wenn dieser Fall eintritt. Bei einiger Uebung und Aufmerksamkeit hört man die kleinste Verschiedenheit in den Dampfschlägen und hört auch, oder vielmehr sieht beim Hören von welcher Seite der lautere Dampfschlag kommt, da das Ohr gegen eine Verschiedenheit regelmäßig wiederkehrender Schläge sehr empfindlich ist. Dann muß die Länge der Schieberstange so verändert werden, daß der Schieber ein wenig nach derjenigen Seite rückt, von welcher der stärkere Dampfschlag kommt. Auch im Betriebe der Locomobile wird die Steuerung mit der Zeit in der Regel etwas unrichtig, was sich dann ebenfalls dem aufmerksamen Maschinisten auf die erwähnte Art kund giebt und worauf derselbe ebenfalls eine Regulirung nach dem Dampfschlag vornehmen muß. Daher verbindet man zunächst ein kurzes Gabelstück durch einen Gelenkbolzen mit dem Ende der Excentricstange. Dies Gabelstück mit Hülse hat Aehnlichkeit en miniature mit der oben besprochenen Form des Kreuzkopfes, mit dem Unterschiede, daß die Hülse desselben, statt wie dort eine conische Bohrung, Gewinde erhält. Ebenso wird das Ende der Schieberstange mit Gewinde versehen und in die Hülse hinein geschraubt, worauf, um ein Lösen bei der Arbeit zu verhindern, eine gewöhnliche auf dem Gewinde der Schieberstange befindliche Contre-Mutter gegen das Gabelstück geschraubt wird.

Der zu dem auf Tafel 6 abgebildeten Cylinder gehörige Schieber ist auf derselben Tafel Fig. 18 und 19 dargestellt. Da der Schieber, wie aus den Zeichnungen des Dampfcylinders zu sehen ist, in der Maschine seine Lage so erhält, daß seine Dichtungsfläche senkrecht steht, er also auf einer seiner schmalen Seitenflächen ruht, so muß dafür gesorgt werden, daß er irgendwie vor dem Abklappen von seiner Grundfläche behütet werde. Robey & Co. versehen deshalb ihren Schieber, wie aus der Zeichnung zu sehen, mit einem kleinen Knaggen an der unteren schmalen Fläche. Es scheint nicht wahrscheinlich, daß hierdurch ein Abklappen des Schiebers bei den Erschütterungen des Transports

erfolgreich verhindert werden könne. Vorzuziehen ist es jedenfalls, den Schieber durch eine Feder angedrückt zu erhalten, wie die Abbildung der Locomobile von R. Wolf, Tafel 4, Fig. 2 zeigt.

Der Dampfschieber erhält am einfachsten einen offenen Schlitz, in welchen die Schieberstange hineingelegt werden kann und wird auf letzterer durch zwei Paar Contre-Muttern gehalten, so jedoch, daß er nicht fest dazwischen geklemmt ist, sondern vom Dampfdruck frei an seiner Grundfläche angedrückt werden kann. Schwieriger herzustellen, aber für größere Schieber vorzuziehen, ist der bei Locomotiven übliche viereckige Rahmen, der den Schieber rings umfaßt.

Die Schieberstange erhält bei den Locomobilen gewöhnlich keine weitere Führung als die Stopfbüchse des Schieberkastens. Es ist jedoch durchaus wünschenswerth, daß man diese Praxis aufgiebt und noch eine zweite Führung mit zweitheiligen verstellbaren Lagerschalen dafür anordnet, denn, so lange die Maschine neu ist, giebt allerdings der Einsatz der Stopfbüchse (gland) eine hinreichende Führung ab, sobald aber das Loch in diesem Einsatz durch den Gebrauch ausgeschliffen ist so hat die Packung der Stopfbüchse die Rolle der Führung zu übernehmen. Geht, was meistens der Fall ist, die Maschine vorzugsweise nach einer Seite herum, so liegt der Druck der Schieberstange stets gegen eine Seite der Stopfbüchse, ein intelligenter Maschinist kann daher die Packung hiernach einrichten, aber wo wird bei einer Locomobile ein Solcher gefunden? Die Folge der Abnutzung der Stopfbüchse ist, daß entweder dieselbe stets undicht ist, oder daß, weil dieser Mangel ein sehr sichtbarer ist, demselben durch starkes Anziehen der Stopfbüchse nachgeholfen und dafür eine unnöthige Reibung in der Stopfbüchse hervorgerufen wird, deren nachtheiliger Einfluß auf den Charnierbolzen und den Excentricring übertragen wird und wobei Arbeit und Oel verschwendet wird und die Packung sehr oft erneuert werden muß.

In Betreff des zu der Schiebersteuerung verwendeten Materials ist zu bemerken, daß meistens die Excentrics von Gußeisen, selten von Schmiedeeisen gemacht werden; Excentricring und Stopfbüchseneinsatz in der Regel von Messing, aber ebenso gut und billiger von Gußeisen; Excentricstange und Schieberstange von Schmiedeeisen; der Schieber von Gußeisen.

Nicht immer wird der Dampfschieber von einem besonderen Excentric bewegt; im nächsten Abschnitt wird eine Einrichtung besprochen,

bei welcher Speisepumpe und Dampfschieber von einem und demselben Excentric bewegt werden.

9. Die Speisevorrichtung (feeding apparatus).

Zwei wesentlich von einander verschiedene Arten von Speiseapparaten sind es, welche sich heute den Rang bei der Dampfmaschine streitig machen, die Kolbenpumpe (plunger pump) und die Dampfstrahlpumpe oder der Giffard'sche Injector (injector). Wir müssen daher die Frage in das Bereich unserer Erörterungen ziehen, welche von diesen beiden Speisevorrichtungen für die Locomobile am zweckmäßigsten sei.

Bei der Besprechung des Dampfausströmungsrohres wurde schon darauf hingewiesen, daß man neuerdings angefangen hat, den Ausströmungsdampf der Locomobilen theilweise zur Vorwärmung des Speisewassers (feed water) zu benutzen. Das ist jedoch nur bei Anwendung einer Pumpe möglich, der Injector verbietet es, das Wasser vorzuwärmen; er versagt oft schon den Dienst, wenn dasselbe nur auf 30° Wärme erwärmt ist, namentlich, wenn ihm das Wasser nicht unter Druck zufließt, sondern angesaugt werden muß.

Wenngleich der Injector an sich, bei hinreichender Weite der Druckleitung, unstreitig ökonomischer arbeitet als die Speisepumpe, so muß derselbe doch in Bezug auf Oekonomie des Brennmaterialverbrauchs vor der Combination von Speisepumpe mit Vorwärmer die Segel streichen. Aber selbst mit Rücksicht hierauf muß dem Injector doch unter den Speisevorrichtungen der erste Platz eingeräumt werden, vorzüglich wegen seiner Einfachheit und geringen Reparaturbedürftigkeit. Der Vorwurf der schwierigen Handhabung des Injectors gilt, wie schon oben bemerkt für die modernen einfachen Formen nicht mehr. Auch ist zu berücksichtigen, daß in gänzlich ungeübten Händen auch die Speisepumpe bald ihren Dienst versagen wird, wenn die Stopfbüchse und die Ventile nicht die gehörige Pflege erfahren.

Das preußische Kesselgesetz schreibt für jeden Dampfkessel zwei von einander unabhängige Speisevorrichtungen vor, wir würden dazu einen Injector und eine Handpumpe empfehlen.

Unter den Anordnungen der Speisepumpe verdient diejenige der Wolf'schen Locomobile Beachtung, bei welcher dieselbe mit dem Dampf-

schieber von einem und demselben Excentric betrieben wird und welche aus dem Holzschnitt Fig. 17, sowie Tafel 4 Fig. 2 deutlich zu ersehen ist. Hierbei wird ein Excentric gespart und zugleich eine zweite Führung für die Schieberstange hergestellt.

Der einzige Umstand, welcher vom practischen Gesichtspunkte aus gegen diese Anordnung spricht, ist der, daß drei Stopfbüchsen hierbei in gerader Linie liegen, sodaß, wenn eine davon schief angezogen würde, die anderen mit zu leiden haben würden. Daraus entstehende Unzuträglichkeiten sind natürlich nur dem Maschinisten, nicht der Construction an sich zur Last zu legen, dagegen läßt sich aber geltend machen, daß man viele Constructionen, welche an sich vorzüglich sind, dennoch in der Praxis gern vermeidet, weil eben zu befürchten steht, daß dieselben in schlechte Hände gerathen und dann ihren Werth einbüßen. In guten Händen, das unterliegt keinem Zweifel, wird diese Anordnung der gewöhnlichen mit besonderem Pumpenexcentric vorzuziehen sein sein.

Sollen zwei Speisepumpen von einander gänzlich unabhängig sein, so müssen sie nicht allein völlig getrennten Bewegungmechanismus haben, wie z. B. bei einer Hand- und einer Maschinenpumpe der Fall ist; sie müssen auch außer besonderen Pumpenstiefeln jede ihre Saugeleitung, ihr Saugeventil, Druckventil und Druckleitung, Kesselventil haben und die Druckleitungen müssen an verschiedenen Stellen des Kessels einmünden. Nur unter diesen Bedingungen kann die eine eine zuverlässige Reserve der anderen bilden. In der Ausführung der Locomobilen nimmt man das in der Regel nicht so genau.

Sowohl die auf Tafel 7 Fig. 6, 7 und 8 dargestellte Combination von Hand- und Maschinenpumpe der Firma Hambruch, Vollbaum & Co. (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1865 S. 156) als auch die auf Tafel 4 Fig. 2 dargestellte Anordnung der Wolf'schen Locomobile zeigen für beide Speisevorrichtungen dieselbe Einmündung in den Kessel, erstere sogar ein gemeinschaftliches Rückfluß- oder Kesselventil.

Auf Tafel 4 Fig. 2 ist c das von der Dampfpumpe kommende Druckrohr, b, b die Kesselventilgehäuse der Dampf- respective Handpumpe. Dazwischen liegt das Rohr, durch welches das Speisewasser in den Kessel tritt, dasselbe hat bei e einen leicht zu öffnenden Verschluß, nach dessen Oeffnung die Locomobile, wenn im kalten, leeren Zustande, mit Wasser gefüllt werden kann, ohne Anwendung einer Pumpe.

Eine solche Vorrichtung ist bei vielen Locomobilen angebracht und wird Füllstutzen genannt. Wird die sehr empfehlenswerthe Maßregel im Betriebe befolgt, den Locomobilkessel vor dem Transport stets zu entleeren, so spart ein Füllstutzen viel Zeit beim Wiederinbetriebsetzen.

Bei der Speisepumpe müssen alle Ventile leicht zugänglich sein, damit sie leicht revidirt und nachgeschliffen werden können. Man vermeide es, zwei Ventile übereinander anzuordnen, wie in Fig. 6 Tafel 7 zu sehen ist. Die Ventile dürfen nur geringen Hub haben, damit sie beim Arbeiten der Pumpe nicht zu sehr schlagen. Bei jeder Speisepumpe soll außer dem Saug- und Druckventil auch ein besonderes Rückflußventil sein.

Es mag hier noch einmal auf eine Einrichtung hingewiesen werden, welche schon eben einmal bei Gelegenheit der kurzen Besprechung der Speisepumpe der Maschine von Clayton, Shuttleworth & Co. Erwähnung fand. In Anbetracht des Umstandes, daß beim Betriebe der Locomobilen nicht selten Speisewasser verwandt werden muß, welches Unreinigkeiten enthält, die sich zwischen die Ventile setzen, daß ferner die Wartung der Maschine nicht selten in unkundige oder unsorgsame Hände gelegt ist, kommt Alles darauf an, die Pumpe so einzurichten, daß sie möglichst zuverlässig ist. Eine Speisepumpe versagt bekanntlich, wenn sie in Folge von Undichtigkeiten des Rückflußventils warm geworden ist. Wird nun zwischen Druck- und Rückflußventil ein Schlauch eingeschaltet, der in den Wasserbottich führt, so daß man die Pumpe stets im Gange halten kann und Wasser entweder in den Kessel oder zurück in den Wasserbottich pumpt, so ist ein Warmwerden der Pumpe unmöglich und es trägt daher diese Einrichtung wesentlich zur Sicherheit des Betriebes bei, auch da wo derselbe sich unter unkundiger Leitung befindet.

Schließlich muß hier noch einer Anordnung Erwähnung geschehen, welche für Locomobilen Beachtung verdient. Emil Perels in seinem mehrfach erwähnten Bericht über die Weltausstellung zu Paris 1867 theilt mit, daß die dort ausgestellte Locomobile von Kesseler & Sohn in Greifswald zwei Speisepumpen besaß, welche mit einem gemeinschaftlichen Windkessel versehen waren und welche auch als Feuerspritze verwendbar waren. Nach den Angaben am angeführten Orte lieferte dieselbe als Feuerspritze nur einen Strahl von 36′ (11^m,3) Höhe und $^3/_8$″ (10^{mm}) Stärke, doch ist das immerhin eine Löschkraft, welche, wie

Perels sehr richtig bemerkt, ein bei einer Kornmiethe oder an Gebäuden während der Arbeit der Maschine ausbrechendes Feuer im Entstehen löschen zu können.

10. Der Centrifugalregulator (governor) und die Drosselklappe (throttle valve).

Der Centrifugalregulator ist bekanntlich schon von Watt erfunden und wird fast bei allen Dampfmaschinen in herkömmlicher Weise angebracht. Es ist die ursprüngliche Form des Watt'schen Regulators zwar vielfach durch spätere Constructeure modificirt und verbessert, das Grundprincip desselben ist jedoch dasselbe geblieben und so gewiß es ist, daß der Watt'sche Regulator, sowie seine Nachfolger, der verbesserte Watt'sche, der parabolische, der Porter'sche Regulator alle ihren Zweck in nicht vollkommener Weise erfüllen, so gewiß ist es auch, daß heute noch der beste Regulator — ein aufmerksamer Maschinist ist.

Der Centrifugalregulator gehört zu denjenigen Maschinentheilen, mit denen sich die Technik sehr viel beschäftigt hat, es ist von Theoretikern und Practikern sehr viel darüber gesagt und geschrieben; man sollte demnach glauben, daß dies Thema allmälig erschöpft sein müsse und doch muß man vom Gegentheil überzeugt sein, wenn man sieht, wie noch immer die Spalten technischer Journale von diesem Gegenstande handeln. Letzteres ist ein Beweis dafür, daß, wie eingehend auch die Anforderungen an einen Regulator und die Mittel zur Erfüllung derselben theoretisch und practisch untersucht sind, derselbe doch in der Praxis noch immer die regulirende Hand des Maschinisten nicht überflüssig macht.

Der Regulator wirkt entweder so, daß er eine Dampfabschlußvorrichtung, die sogenannte Drosselklappe bei zu hoher Geschwindigkeit der Schwungradwelle schließt, bei einer niedrigeren als der normalen Geschwindigkeit ganz offen hält, oder so, daß er auf die Schiebersteuerung wirkt, so daß der Expansionsgrad der Maschine verstellt wird. Die schon oben erwähnte Thatsache, daß die Maschine ökonomischer mit hoher Expansion als mit enger Dampfzuströmungsöffnung arbeitet, läßt das Letztere als das rationellere erscheinen. So rationell aber diese Anordnung auch in der Idee erscheinen mag, so paßt dieselbe doch nicht für jede Art von Dampfmaschinen und speciell nicht für Locomobilen.

Diese Behauptung wird Manchem gewagt erscheinen, sie bedarf daher der näheren Begründung.

Bei stationären Dampfmaschinen mit großem Schwungrad nimmt man mit Recht innerhalb eines und desselben Hubes die Geschwindigkeit der Schwungradwelle als constant an, man sagt die Maschine nehme ein en Beharrungszustand kurz nach dem Beginn ihrer Arbeit an, bei welchem das Schwungrad durchaus gleichförmige Bewegung hat, aus welcher dasselbe nur allmälig im Laufe mehrerer Umdrehungen in eine größere oder kleinere übergehen kann. Das Moment des Schwungrades wird bei stationären Maschinen stets so bemessen, daß es eben diesen Beharrungszustand in für den jedesmaligen Zweck der Maschine hinreichenden Grade herbeiführt.

Nun liegt es aber bei den Locomobilen im Interesse der Transportabilität, das Schwungrad so leicht wie möglich zu machen und da die Arbeiten, welche die Locomobile zu verrichten hat, keinen sehr hohen Grad von Gleichförmigkeit des Ganges der Maschine innerhalb desselben Hubes verlangt, so wird das Gewicht des Schwungrades stets so bemessen, daß dasselbe bei weitem nicht eine absolut gleichförmige Bewegung innerhalb desselben Kolbenhubes herbeiführt. Im ersten Theil des Hubes, während der Zutritt des Dampfes in den Cylinder erfolgt, ist die Bewegnng des Schwungrades eine beschleunigte, beim Beginn der Expansion wird die Beschleunigung geringer, geht für einen Moment in eine gleichförmige Bewegung über und wird beim Fortschreiten der Expansion zu einer verzögerten; beim Beginn der Compression wird diese Verzögerung stärker und vom Beginn des Dampfaustritts an muß das Schwungrad durch sein Bewegungsmoment allein die Stelle der Triebkraft übernehmen.

Diese Ungleichförmigkeit in der Bewegung der Locomobile bei ganz gleichmäßigem Widerstande kann nun noch beträchtlich vermehrt werden dadurch, daß manche von der Locomobile getriebenen Maschinen einen sehr ungleichmäßigen Widerstand geben. Wird zum Beispiel in eine Dreschmaschine das Korn nicht sehr geschickt eingefuttert, so tritt oft eine ganz plötzliche Geschwindigkeitsverminderung ein; an dem plötzlichen Tiefwerden des brummenden Tones, den die Trommel der Dreschmaschine in Folge ihrer großen Rotationsgeschwindigkeit giebt, welches man wahrnimmt, sobald eine Garbe ungeschickt eingefuttert wird, hat man hiervon beste Bestätigung; man hört es deutlich, wie nach dem plötzlichen Tiefwerden der Tor allmälig an Höhe gewinnend,

wieder seine normale Schwingungszahl bekommt, in dem Maße, wie die Trommel allmälig wieder ihre normale Geschwindigkeit annimmt.

In Folge der hierdurch verursachten Ungleichförmigkeit der Bewegung der Schwungradwelle der Locomobile muß ein mit letzterer in Verbindung stehender Centrifugalregulator, namentlich, wenn derselbe große Empfindlichkeit besitzt, fortwährende Schwankungen machen, ein Umstand, der kein großes Gewicht hat, wenn der Regulator auf die Drosselklappe wirkt, wohl aber, wenn er die Bewegung des Schiebers beeinflußt. In letzterem Falle muß eine ganz unsichere Schieberbewegung resultiren, ja es ist der extreme Fall denkbar, daß der Regulator im Anfang des Hubes bei der beschleunigten Bewegung so auf den Schieber wirkt, daß die Expansion frühzeitig eintritt, dann aber, wenn die Bewegung langsamer wird, verursacht, daß zum zweiten Male Dampf in den Cylinder eintreten kann. Je empfindlicher, wie gesagt, der Regulator ist, desto leichter ist dieser Fall denkbar.

Offenbar entzieht sich die Bewegung, welche ein Dampfschieber annimmt, wenn der Centrifugalregulator in jedem Augenblick auf ihn wirken kann, vollständig der Rechnung; nur Indicatordiagramme können über die Brauchbarkeit der dadurch erzeugten Dampfvertheilung Auskunft geben und zwar auch diese nur, wenn dieselben genommen werden, während die Maschine wirklich eine Arbeitsmaschine mit variablem Widerstande treibt, nicht aber Versuches halber eine Bremse von sehr constantem Widerstande.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß der Gang der Maschine nothwendig ein schlechter werden muß, wenn der Dampf nach Eintritt der Expansion noch einmal in den Cylinder treten könnte, da hierdurch stets ein schädlicher Stoß erzeugt werden würde. Aber wenn der Regulator auch nur den Dampfeintrittscanal durch den Dampfschieber vorzeitig verengt und wieder erweitert, so muß daraus ein Schwanken der Dampfspannung im Cylinder eintreten, welches nicht vortheilhaft sein kann.

Will man daher einen Expansionsregulator für eine Locomobile construiren, so denke man darauf, denselben so einzurichten, daß ihm nur verstattet werde, bei Beginn eines jeden Hubes auf den Schieber zu wirken. Bis ein solcher Regulator erfunden wird, muß die ältere Anordnung desselben, wonach derselbe auf die Drosselkappe wirkt, den Vorzug verdienen.

Von dem Centrifugalregulator, welcher die Drosselklappe schließt und öffnet, darf man nicht verlangen, daß er die Geschwindigkeit der Maschine so regulire, daß sie stets einen bestimmten normalen Werth habe, es ist vielmehr Sache des Maschinisten, dafür zu sorgen, ja wir würden den Centrifugalregulator ohne alles Bedenken bei Locomobilen überhaupt für überflüssig erklären, wenn er nicht die Aufgabe hätte sofort die Drosselklappe ganz zu schließen, wenn einmal plötzlich der Widerstand aufhören sollte. Wenn die Locomobile im Freien arbeitet, z. B. eine Dreschmaschine treibt, um bei unserem Beispiel zu bleiben, so kommt es gar leicht vor, daß der Riemen einmal abgleitet, da der Stand der Locomobile, besonders auf weichem Boden, sich leicht beim Arbeiten etwas verschiebt. In solchen Fällen soll der Regulator durch sofortiges Schließen der Drosselklappe verhindern, daß die Maschine eine plötzlich gesteigerte, leicht verderbliche Geschwindigkeit annimmt, bevor der Maschinist, der vielleicht gerade bei der Dreschmaschine thätig war, hinzutreten und den Absperrschieber schließen konnte.

Das ist Alles, was man vom Centrifugalregulator der Locomobile verlangen kann und muß. Diese Aufgabe soll derselbe aber unter allen Umständen erfüllen, daher vor allen Dingen mit der Schwungradwelle in eine solche Verbindung gebracht werden, daß er in der zuverlässigsten Weise stets der Bewegung derselben folgen muß. Die zuverlässigste Bewegungsübertragung ist aber diejenige durch Zahnräder, nicht durch Riemen, welche letztere bald schlaff und in Folge der Witterungseinflüsse auch brüchig werden.

Eine Drosselklappe ist auf Tafel 6 in den Figuren 12, 13 und 14 dargestellt.

Die Zeichnungen der Wolf'schen Locomobile zeigen, daß hier der Regulator durch Zahnräder betrieben wird und auf die Drosselklappe wirkt.

Eine in neuester Zeit von der englischen Firma Robey & Co., Lincoln, angewandte Anordnung des Regulators, wobei derselbe die Bewegung des Schiebers, somit den Expansionsgrad der Maschine regulirt, ist auf Tafel 7 Fig. 9 und 10 dargestellt. Interessant ist diese Anordnung dadurch, daß hiermit zuerst die Dodd'sche Expansionssteuerung (so viel dem Verfasser bekannt) für Locomobilen Anwendung gefunden hat, welche etwa der Coulissensteuerung, wie oben bei der Besprechung der Schiebersteuerung erwähnt, wegen ihrer Einfachheit den Vorzug verdient.

Das Princip dieser Steuerung ist ein sehr einfaches. Der Theil der Schwungradwelle, auf welchem das Excentric sitzt, ist von quadratischem Querschnitt, das Excentric selbst hat einen breiten viereckigen Schlitz, dessen Breite gleich der Dicke des viereckigen Theils der Welle ist, dessen Länge jedoch um so viel mehr beträgt, als das Excentric verschoben werden muß, um verschiedene Expansionsgrade bewirken zu können. Wenn nicht, wie hier der Centrifugalregulator darauf wirkt, so wird der Schlitz so lang gemacht, daß man auch eine Umsteuerung bewirken kann.

Wirkt der Regulator auf die Keile, welche das Excentric verschieben, so darf natürlich die Verschiebung nicht soweit möglich sein, daß eine Umsteuerung erfolgt, es ist jedoch ein Leichtes, diese Steuerung mit kleinen Modificationen, Anbringung eines Steuerhebels, der der bequemen Handhabung wegen vielleicht ein Winkelhebel sein müßte, so zu construiren, daß mit Hülfe derselben eine Umsteuerung und zugleich Regulirung der Expansion während des Ganges der Maschine möglich würde.

In ihrer Combination mit dem Centrifugalregulator hat diese Dodd'sche Steuerung die oben auseinandergesetzten Nachtheile, bestehend hauptsächlich in unsicherer Schieberbewegung, besonders da der Regulator, wie die Quelle, aus welcher unsere Zeichnung stammt (Engineering am 10. Dec. 1860), hervorhebt, sehr empfindlich ist. Außer schlechter Dampfvertheilung muß aus der fortwährenden Bewegung dieser Theile auch noch eine übermäßige Abnutzung derselben resultiren.

Zu den Zeichnungen ist noch zu bemerken, daß jedenfalls das Excentric durch ein auf derselben nicht angegebenes Mittel gegen seitliche Verschiebung geschützt werden muß, etwa durch auf beiden Seiten desselben auf den Flächen des Vierkantes, auf welchen die Keile nicht gleiten, aufgeschraubte Stücke.

11. Die Kesselarmatur (fittings of boiler).

Unter der Armatur des Kessels versteht man bekanntlich alle diejenigen Theile, welche vorzüglich für die Sicherheit des Betriebes dienen. Die Dampfkesselregulative schreiben die Zahl und zum Theil auch die Dimensionen derselben vor und zwar gelten für Locomobilen im

Wesentlichen dieselben Vorschriften wie für stationäre Dampfmaschinen. Nur der Vollständigkeit halber werden die Apparate hier aufgezählt; zu bemerken ist darüber sehr wenig auf die Locomobile speciell bezügliches.

Von den Vorrichtungen zur Erkennung des Wasserstandes im Kessel nimmt das bekannte Wasserstandsglas die erste Stelle ein. Zwar werden bei Locomobilen, wo das Regulativ zwei von einander unabhängige Wasserstandszeiger vorschreibt, neben einem Glase (glass gauge) gewöhnlich zwei Probirhähne (gauge cocks) angeordnet, doch würde es bei weitem vorzuziehen sein, statt derselben noch ein Glas anzubringen. Erstens nämlich kann am Wasserstandsglase Jeder, auch ein Laie, mit Leichtigkeit erkennen, wie hoch das Wasser im Kessel steht, während ein Unerfahrener bei Oeffnung eines Probirhahnes immer nur Dampf, aber kein Wasser zu sehen pflegt, zweitens aber ist der Umstand, daß es unbequem ist und unnöthig scheint, die Probirhähne zu öffnen, so lange man den Wasserstand im Wasserstandsglas betrachten kann, gewöhnlich Veranlassung, daß dieselben für gewöhnlich niemals geöffnet werden. Tritt dann endlich der Fall ein, daß das Wasserstandsglas aus irgend einer Veranlassung springt oder verstopft wird, oder auf irgend eine Art in Unordnung kommt, so sind in der Regel die Probirhähne so fest, daß sie nicht zu bewegen sind. Man mache nur einmal die Probe bei Dampfmaschinen irgend welcher Art, selbst bei Locomotiven, welche jedenfalls noch am meisten unter Controle steben; man wird finden, daß unter 100 Probirhähnen mindestens 90 festsitzen. Ein kleiner Schraubenschlüssel, um die untere Hahnmutter zu lösen und durch einen Schlag von unten den Conus des Hahns aus seiner eingeklemmten Lage zu befreien, ist in der Regel nicht bei der Hand und selbst, wenn der Hahn schließlich geöffnet wird, so findet man die enge Bohrung in der Regel verstopft und sieht sich doch schließlich genöthigt, ein neues Wasserstandsglas einzusetzen, wenn man sich nicht im Nothfall eine Zeit lang dadurch hilft, daß man die Abschlußhähne des zerbrochenen Wasserstandsglases selbst als Probirhähne benutzt. Aber auch abgesehen von allen diesen Uebelständen, welche durch gehörige Aufmerksamkeit der Maschinisten vermieden werden können; ist es selbst für den geschicktesten Maschinisten, der einmal gewohnt ist, mit dem Wasserstandsglase zu arbeiten, höchst mißlich, mit Probirhähnen zu arbeiten, namentlich bei Locomobilen, wo der Wasserstand nur zwischen engen Grenzen schwanken darf. Es ist ganz ähnlich als ob man kein

Manometer hat, sondern nur nach dem Verhalten des Sicherheitsventils auf den Dampfdruck im Kessel schließen muß. Man kann sich zwar in jedem Augenblick überzeugen, ob die Grenzen, welche innezuhalten nothwendig ist, überschritten sind, allein man tappt in Betreff der wirklichen Höhe des Wasserstandes in dem einen, der Dampfspannung in dem anderen Falle, vollständig im Dunkeln. Aus diesen Gründen empfiehlt es sich, zwei Wasserstandsgläser statt eines Glases und Probirhähne anzuwenden. Sind zwei Gläser vorhanden, so erreicht man noch den kleinen practischen Vortheil, daß die beiden eine Art Wasserwage bilden, deren Beobachtung sofort lehrt, ob die Feuerbüchse der Maschine seitlich im Loth steht, oder, was bei unebenem Boden leicht vorkommen kann, nach der einen Seite überhängt.

Unter den Sicherheitsventilen sind diejenigen mit Belastung durch Federkraft (spring balance), sei es direct oder unter Anbringung eines Hebels diejenigen, welche für Locomobilen einzig zu empfehlen sind. Wenn schon bei Locomobilen die Ventile mit Gewichtsbelastung in der Praxis den Uebelstand zeigen, daß das Gewicht während der Fahrt fortwährend tanzt und dadurch zu immerwährendem Dampfverlust Veranlassung giebt, so ist bei Locomobilen die Anwendung derselben umsomehr verboten, als die letzteren erstens auf unebeneren Wegen transportirt werden als die Locomotiven und zweitens bis jetzt nur ausnahmsweise auf Federn ruhend gebaut werden. Beim Transport einer Locomobile auf holperigem Wege muß ein Ventilgewicht fortwährend in einer Weise auf das Ventil hämmern, welches das Dichtbleiben desselben nicht begünstigen kann.

Unter den Vorrichtungen zur Erkennung der Dampfspannung im Kessel sind die Federmanometer (steam gauge) die einzig brauchbaren.

Mitunter wird auch eine Dampfpfeife auf dem Kessel der Locomobile angebracht, welche meistens dazu gebraucht wird, Pferde scheu zu machen, oder sonst als Spielerei. Es ist kaum ein Fall denkbar, wo dieselbe wirklichen Nutzen bei der Locomobile bringen könnte.

Ueber das Mannloch und die Reinigungsluken ist schon in der ersten Abtheilung dieser Schrift die Rede gewesen.

Ein sehr wichtiges Armaturstück, welches bei keinem Locomobilkessel fehlen darf, ist der Abblasehahn (blowing off cock). Wird derselbe beim Betriebe fleißig in Zwischenräumen gebraucht, so mindert er die schädliche Kesselinkrustirung in hohem Grade. Derselbe wird

irgendwo an einer der tiefsten Stellen des Kessels angebracht, hat eine Weite von ca. 25 Millimeter und wird so gestellt, daß der Wasserstrahl frei horizontal, am besten nach hinten, weggeschleudert werden kann, ohne daß das Wasser den Boden da, wo die Räder stehen, erweichen kann. (Siehe Tafel 4 Fig. 1.)

Endlich wird an Locomobilen zweckmäßig ein sogenannter Füllstutzen befestigt, dessen schon oben bei der Beschreibung der Speisepumpe der Wolf'schen Locomobile Erwähnung gethan ist.

Für transportable Dampfmaschinen empfiehlt sich: Zwei Wasserstandsgläser, zwei Sicherheitsventile mit Gewichtsbelastung, Federmanometer, Dampfpfeife, Mannloch, Reinigungsluken und Abblasehahn mit einer Rohrleitung ins Freie, welche letztere auch für die unteren Hähne der Wasserstandsgläser zweckmäßig ist.

12. Die Bekleidung (lagging) von Maschine und Kessel.

Alle diejenigen Theile der Locomobile, welche einer schädlichen Abkühlung unterworfen sind, werden mit einer Bekleidung versehen. Das Aeußere dieser Bekleidung bildet meistens ein dünner Blechmantel mit innerem und äußerem Anstrich, welcher durch Ringe von Bandeisen zusammengehalten wird, der Zwischenraum zwischen diesem Blechmantel und der Kesselwand bleibt entweder leer, d. h. nur mit Luft gefüllt oder man verwendet Filz oder Holz als Füllungsmaterial. Es ist durchaus zu empfehlen, diese Bekleidung auf alle Theile des Dampfkessels und Cylinders auszudehnen, also auch auf die Feuerbüchse und die Cylinder- und Schieberkastendeckel, welche Theile in dieser Beziehung meistens stiefmütterlich behandelt werden.

Die Bekleidung des Kessels scheint noch in mancher Beziehung einer Verbesserung fähig zu sein. In der Weise, wie sie jetzt allgemein gemacht wird, erschwert sie die Revision des Kessels in hohem Grade. Dieselbe sollte entweder so eingerichtet werden, daß sie leicht abzunehmen ist, also etwa mit Charnieren zum Auseinaderklappen, oder, was jedenfalls leichter zu bewerkstelligen wäre, es sollten sämmtliche Stellen, bei welchen die Möglichkeit des Undichtwerdens vorliegt, vor allen Dingen also sämmtliche Stellen, wo Befestigungsschrauben in den Kessel gehen, sowie die Nietnähte des Kessels von der Bekleidung frei bleiben, dann könnte man jede Undichtigkeit mit Leichtigkeit entdecken und den schäd-

lichen Folgen derselben vorbeugen, dagegen ist es jetzt, wo die Bekleidung ganz geschlossen angefertigt wird, ein allgemein anerkannter Uebelstand, daß man etwaige Undichtigkeiten unter derselben nicht bemerkt und daß das heraussickernde Wasser einen steten Zustand der Feuchtigkeit unter der Bekleidung verursacht, welcher oft ein schnelles Durchrosten des Kesselblechs zur Folge hat. Am erfolgreichsten würde hier vielleicht die Gesetzgebung einschreiten. Wenn dieselbe allen denen, welche zur gesetzlichen Prüfung von Kesseln autorisirt sind, ausdrücklich zur Pflicht machen würde, daß bei dieser Prüfung die sämmtlichen Nietnähte, Verschraubungen, Stehbolzen u. s. w. am Kessel freigelegt werden müßten, so würden die Locomobilenkäufer schon selbst darauf dringen, daß der Fabrikant ihnen eine Bekleidung liefere, welche entweder leicht abzunehmen wäre, oder die fraglichen, bei der Prüfung des Kessels namentlich zu berücksichtigenden Stellen ganz freiließe.

Das Verkleidungsblech wird schließlich gestrichen und lackirt. Ein einfacher, dunkler und witterungsbeständiger Anstrich ohne alle Verzierungen und Vergoldungen ist für eine Maschine, welche, wie die Locomobile, jedem Wind und Wetter preisgegeben werden soll, das Angemessenste.

Auch die transportablen Dampfmaschinen bedürfen der Verkleidung. Niemand wird die Absicht haben, eine solche Maschine gleichzeitig als Ofen benutzen zu wollen, da man in dem ausströmenden Dampf ein vorzügliches Mittel zur Heizung hat. Die Benutzung des ausströmenden Dampfes einer Maschine zur Heizung ist bekanntlich bis jetzt das einzige Mittel, die zur Heizung der Maschine aufgewandte Wärme in einer rationellen Weise zu verwerthen.

In allen Maschinenfabriken, in welchen der Bau von Locomobilen als Specialität betrieben wird — und nur solche sollten sich mit dem Bau derselben beschäftigen — handelt es sich vor allen Dingen darum, durch Anwendung der besten Hülfsmittel aller Art, den Preis für die Arbeit möglichst niedrig zu halten. Schablonen und Lehren aller Art müssen angeschafft werden, sowie auch in der Anschaffung guter Werkzeugmaschinen nicht gegeizt werden darf. Endlich soll das Augenmerk darauf gerichtet werden, das Ganze so zu organisiren, daß sich Alles gehörig in die Hände arbeitet, Jeder stets weiß, was er zu thun hat

und Jeder nur in einer ganz bestimmten Branche arbeitet, innerhalb welcher er es dann zu einer außerordenlichen Fertigkeit bringen wird. Sobald man nur diesen Grundsatz streng festhält, kann die Ausführung desselben nicht schwer werden. Allerdings verlangt eine solche Organisation im Anfange eine große Thätigkeit des technischen Leiters der Fabrik; wenn jedoch der Betrieb erst im vollen Gange ist, wenn die Accordsätze in Folge der Erleichterung der Arbeit durch viele Hülfsmittel sowie durch die Geschicklichkeit der Arbeiter in bestimmten Branchen und durch den Umstand, daß jeder Arbeiter den Gang seiner Arbeiten genau kennt, daß er nichts zur unrechten Zeit macht, was später wieder zerstört werden muß, daß er keinen Augenblick mehr darüber nachzudenken braucht, wie das und jenes anzufangen sei, vielleicht auf den vierten Theil der ursprünglichen Höhe herabgesetzt sind, dann bedarf es kaum noch einer Aufsicht über die Arbeiter, denn dann sorgen die Arbeiter schon selbst dafür, daß die Ordnung des Ganzen nirgends, etwa durch einen Neuling, gestört werde; jeder Arbeiter, der vom richtigen Gange seiner Arbeit abweicht, kommt einem andern in die Quere und wird in Folge dessen von Jenem zurechtgewiesen.

Ferner liegt aber eine große Ersparniß beim Bau der Locomobil-Maschinen darin, daß alle unnöthige äußere Politur daran unterbleibt. Es ist dem Laien nicht zu verdenken, wenn er eine recht blank gearbeitete Maschine schön findet, es kann jedoch nicht genug gerügt werden, wenn Techniker eine Maschine schön gearbeitet nennen, weil die Schlichtfeile und das Schmirgelleinen verschwenderisch dabei benutzt wurde. Warum, wenn man doch weiß, daß eine Locomobile im Freien arbeiten soll und daß in den ersten vier Wochen im Betriebe diejenigen blanken Flächen, welche sich nicht durch Bewegung selbst rein halten, verrostet sind und nun nicht mehr der Maschine zum Putz dienen, sondern eine neue Maschine verunstalten und ihr das Aussehen geben, als ob sie Jahre im Betrieb gewesen wäre, warum versieht man dieselben statt dessen nicht mit einem Oelanstrich, welcher das Metall vor den Witterungseinflüssen schützt, verhältnißmäßig wenig bei der Herstellung und keine Unterhaltung d. h. kein fortwährendes Putzen kostet? Es ist Nichts dagegen einzuwenden, wenn eine Fabrik eine Maschine auf die Ausstellung schickt, woran alles blitzt und glänzt, woran die Bekleidung des Kessels von polirtem Mahagoniholz mit Goldleisten gefertigt ist 2c., als Schaustück und Reclame für die Fabrik mag das seinen Werth und seine Berechtigung haben, aber eine Maschine, welche für den

practischen Betrieb bestimmt ist, sollte durchaus keine anderen blanken Eisenflächen zeigen als die Laufflächen von Theilen, welche entweder selbst in Bewegung sind, oder auf denen sich andere bewegen, z. B. der Führungen, der Lager, der Kolben- und Schieberstange u. s. w. Auf die Bearbeitung der Flächen der Schieber, der Führungen, der Lager, des Dampfkolbens, des Innern des Dampfcylinders, die größte Sorgfalt zu verwenden, ist durchaus rationell, aber jeder Schmirgelstrich der z. B. auf die Cylinderflantsche, die Centrifugalregulatorkugeln und dessen Gestänge, die Pleuel- und Excentricstange oder gar die Rippen der Lagerböcke, die Schraubenmuttern, die Cylinder- und Schieberkastendeckel u. s. w. u. s. w. verwandt wird, ist einfach verschwendet, erhöht die Anfertigungskosten der Maschine und die späteren Betriebskosten durch das fortlaufende Putzen. Und doch sieht man alle die erwähnten Flächen fast immer glänzend und sorgfältig polirt und Verfasser wundert sich nur, noch keine Maschine mit polirtem Schornstein gesehen zu haben, denn dafür ließe sich doch noch anführen, daß man die Wärmeausstrahlung desselben vermindern wolle.

Jedem Käufer einer Locomobile ist dringend zu rathen, daß er die unnützen blanken Flächen daran sofort mit Oelfarbe anstreichen läßt.

Es geht übrigens hiermit wie mit so vielen Dingen; Jeder ahmt es dem andern nach, Mancher sieht wohl den Mißbrauch darin, aber Keiner wagt es, die Initiative zur Abschaffung desselben zu ergreifen aus Furcht, daß ihm Nachtheile daraus entstehen könnten; es kommt aber nur darauf an, daß eine Fabrik mit der Verbesserung kühn voran geht, so werden die andern schon nachfolgen.

Im Allgemeinen ist es vortheilhaft, alle einzelnen stets wiederkehrenden Arbeiten in Accord (piece work) zu geben; davon müssen jedoch eine Ausnahme machen die Arbeiten der Modelltischler (pattern maker) und der Former (moulder). Ersparungen in diesen Arbeiten rächen sich in den andern Werkstätten. Es steht selbstverständlich nichts im Wege, solche Gußtheile, welche keiner Bearbeitung bedürfen, z. B. die Roststäbe (fire bars, grate bars) in Accord gießen zu lassen, dagegen müssen alle diejenigen Theile, welche einer späteren Bearbeitung bedürfen, möglichst sorgfältig gegossen sein. Hiergegen wird in vielen Gießereien vielfach gesündigt.

Man halte fest, daß, was im Zeichenbureau (drawing office),

in der Modelltischlerei (pattern shop) und in der Giesserei (moulding shop) an Honoraren und Arbeitslöhnen gespart wird, in der Regel in der Schlosserei (fitting shop) der Dreherei (turning shop) und der Montirwerkstatt (erecting shop) doppelt und dreifach wieder ausgegeben wird.

Anders steht die Sache schon in der Schmiede. Einerseits kann man hier schon durch Anwendung von Schablonen, Gesenken u. dgl. Hülfsmitteln dafür sorgen, daß die Stücke stets so ausfallen, daß sie wenig Bearbeitung bedürfen und andererseits ist ein schlecht geschmiedetes Stück in der Regel noch der Nachhülfe und Verbesserung fähig. Hat der Schmied ein Stück im Accord gemacht und findet der Schlosser, der es im Accord bearbeiten soll, daß zu viel daran zu feilen ist, so giebt er es eben einfach zurück, damit es besser gemacht werde, während man bei einem schlecht gegossenen Stück nur die Wahl hat, entweder die Kosten der schwierigen Bearbeitung zu tragen oder das Stück ganz zu verwerfen.

In der Gießerei wendet man zweckmäßig eine Arbeitstheilung der Art an, daß besondere Arbeiter die Kerne (cores) anfertigen und daß jeder der mit dem Formen beschäftigten Leute eine möglichst beschränkte Zahl von Gegenständen fortwährend einformt. Offenbar wäre es Unsinn, um ein extremes Beispiel anzugeben, einen Arbeiter Roststäbe einformen zu lassen, nachdem er eben einen Dampfcylinder eingeformt hat. Dieser specielle Fall wird nun auch wohl nur selten eintreten, da man zum Einformen der Roststäbe in der Regel die Lehrlinge verwendet, welche auch, wenn eine Formmaschine (moulding machine) vorhanden ist, dieselbe bedienen. Aehnliche Verstöße aber kann man täglich in den Gießereien sehen. Eine Formmaschine kann in größeren Fabriken gute Dienste leisten. So macht man z. B. in der schon mehrfach als musterhaft eingerichtet gerühmten Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. fortwährend Gebrauch davon.

In der Schmiede (smith's shop) ist ein kleiner Dampfhammer (steamhammer) von ca. 6 Centner Bärgewicht von großem Nutzen, wenn man nicht vorzieht, die schweren Schmiedestücke, z. B. die gekröpften Wellen fertig aus andern Werkstätten zu beziehen, welche aus deren Anfertigung eine Specialität machen. In jeder größeren Werkstatt muß ein Werkzeugschmied (tool smith) vorhanden sein, welcher weiter nichts zu thun hat als die stählernen Werkzeuge anzufertigen und zu repariren, als: Drehstähle (turning tool), Hobelstähle (planing tool), die ver-

schiedenen Sorten Meißel (chisels), z. B. gerade oder Flachmeißel (chipping chisel, flat chisel), einseitiger Flachmeißel (side cutting chisel), Kreuzmeißel (cross cutting chisel), Rundmeißel (round chisel), halbrunde Meißel (half round chisel); die Nuthstähle (slotting tool), Bohrer (drill) und Bohrstähle (boring tool), Dorne (drift), Lochstähle (punch), Körner (centre punch), Reißnadeln (scriber), Reibahlen (rimer), Gewindebohrer (tap, screwing tap), und Gewindebacken (dies), Fraisstähle (cutter) u. s. w. Jeder einzelne Arbeiter versieht seine Meißel oder sonstigen Werkzeuge mit einer deutlichen Marke, so daß der Schmied sie nicht verwechseln kann. Durch fortwährende Uebung erreicht dieser Werkzeugschmied nicht nur eine große Geschicklichkeit in der Formgebung dieser Werkzeuge, sondern er vermeidet auch das sogenannte Verbrennen (burning) des Stahls und trifft den nöthigen Härtegrad desselben fast unfehlbar.

Bei weitem mehr Bemerkenswerthes und für den Locomobilenbau Eigenthümliches als in der Gießerei und Schmiede giebt es in der Dreherei, Schlosserei und Montirwerkstatt. In der Dreherei, mit welchem Namen bekanntlich derjenige Raum bezeichnet wird, in welchem die Werkzeugsmaschinen aufgestellt sind, wird zum größten Theil im Accord gearbeitet. Hier ist zunächst zu bemerken, daß es zweckmäßig ist, auch den Bohrmaschinen besondere Arbeiter zur Bedienung zu geben und nicht, wie das in manchen Werkstätten üblich ist, Jedem, der etwas zu bohren hat, es selbst zu überlassen, daß er mit seinen zu bohrenden Stücken an die Maschine tritt und dieselbe benutzt, so lange er Lust hat. Letzteres ist kein guter Gebrauch, denn dabei kommt es vor, daß eine Bohrmaschine leer steht, während zu anderer Zeit wieder Einer dem Andern im Wege ist. Außerdem müssen, wenn sich jeder Schlosser selbst seine Bohrer halten muß, viel mehr vorhanden sein als nöthig ist, wenn ein Mann ein für alle Mal bei der Maschine steht und die ihm gebrachten Gegenstände der Reihe nach bohrt. Alle kleinen Vorrichtungen, Unterlagestücke, Schraubenzwingen u. dgl., welche zum Bohren einzelner Stücke vorhanden sein müssen, bleiben demselben stets zur Hand und werden nicht in der Werkstatt umher gestreut, die Bohrmaschine bleibt stets in Thätigkeit und der Schlosser, welcher geschickter ist als der Mann an der Bohrmaschine, zu welchem letzteren Posten man jeden guten und intelligenten Arbeitsmann anlernen kann, vermag seine Zeit zu Arbeiten zu verwenden, zu denen mehr Geschicklichkeit erforderlich ist.

Außer den gewöhnlichen Arbeitsmaschinen, welche man in jeder Maschinenfabrik findet, den Drehbänken (lathe, turning lathe), Hobelmaschinen (planing machine), Bohrmaschinen (drilling machine), sind in der Locomobilendreherei zweckmäßig eine Schraubenschneidemaschine (screw cutting machine), eine Cylinderbohrmaschine (cylinder boring machine), mehrere kleine Hobelmaschinen, bei welchen der Stichel, nicht das Arbeitsstück bewegt wird (shaping machine), eine Nuthenstoßmaschine (stotting machine) und eine Maschine zum Fraisen der Keillöcher mit halbrunden Enden in Pleuelstangen, Excentricstangen, Kolbenstangen u. s. w. oder sogenannte Keillochmaschinen (machine for cutting key mouths). Für größere Fabriken sind außerdem Maschinen für ganz specielle Zwecke nützlich, so z. B. eine Mutternfraismaschine (nut shaping machine) für Muttern, welche Verstärkungen haben, wie z. B. die Messingmuttern, welche als Verschlußschrauben der Ventilgehäuse, Reinigungslöcher u. dgl. dienen. Die Muttern ohne Ansätze werden zu mehreren zusammengespannt auf einem Bolzen und auf einer gewöhnlichen Shaping-Maschine bearbeitet. In der Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. befindet sich eine eigene Maschine, um die messingenen Stopfbüchseneinsätze (glands) zu fraisen, sowie auch die Excentricbügel daselbst ganz mit der Maschine hergestellt werden.

Für einige Drehbänke ist es im höchsten Grade zweckmäßig ein Universalfutter (chuck, universal chuck) zu haben. Solche finden sich beschrieben und abgebildet in den „Mittheilungen des Gewerbevereins für Hannover" 1869 Heft 3.

In der Dreherei und Schlosserei arbeiten Alle im Accord mit wenig Ausnahmen, z. B. der Leute an den Hobel- und Bohrmaschinen. Diese werden von den Schlossern, welche ihnen Arbeit bringen, schon dazu angehalten, daß sie ihre Arbeit gut machen und nicht lässig sind. Auf den kleinen Drehbänken werden Messingtheile (brass work) gedreht, auf anderen Schieberstangen und sonstige kleine Eisentheile, auf der größten Bank die Cylinderdeckel und Kurbelwellen u. s. w.

Von den Schlossern arbeitet der eine auf Pleuelstangen, der andre auf Dampfkolben, der dritte auf Centrifugalregulatoren, der vierte an Ventilhebeln (safety valve lever) und so fort. Jeder Arbeiter hat seine Lehren (gauges), wonach er arbeitet und jeder Satz fertiger Gegenstände wandert in das Magazin (store), von wo aus die Monteure später ihren Bedarf holen.

Wird die Arbeitseintheilung nicht ins Aeußerste getrieben, so wer-

den im Magazine auch solche Werkzeuge aufbewahrt, welche bald hier bald dort gebraucht werden, wie z. B. die Gewindebohrer (tap), Schraubenkluppen mit Backen (stocks and dies), Reibahlen (rimer), Buchstaben zum Anzeichnen (marking letters), Parallelreißer (scribing block), Lochlehre (he templet) und Stangenlehre (she templet), Röhren Libelle (spirit level).

So viel wie möglich muß man jedoch in jeder Werkstatt darauf hinarbeiten, daß es möglichst wenig Werkzeug giebt, welches von mehreren gemeinschaftlich benutzt werden muß. Dies gilt namentlich von denjenigen Werkzeugen, welche im Gebrauche einer Abnutzung ausgesetzt sind. Bei diesen ist es nicht gleichgültig, ob dieselben geschont werden oder ob schonungslos damit umgegangen wird. Das Werkzeug nun, welches ein Arbeiter für sich allein benutzt, wird er schon gut behandeln, dasjenige, welches viele mit ihm benutzen nicht, denn Jeder denkt, wenn er es nicht ruinire, thue es ein Anderer. Aber auch andere Arten von Werkzeugen und Bohrern müssen mehrfach vorhanden sein. So z. B. muß Jeder an der Bohrmaschine eine Lehre haben, wonach er seine Bohrer schleift und zum Bohren auswählt, bestehend in einer einfachen Stahlplatte mit zweiten Reihen verschiedener Löcher, von denen die eine Reihe den üblichen vollen Bolzendicken entspricht, die andere gleich den Größen der Löcher ist, in welche Gewinde eingeschnitten werden soll.

Einige der besten Maschinenschlosser werden mit den Arbeiten an den Dampfcylindern (fitting cylinders) beschäftigt. Es möge hier die vollständige Beschreibung dieser Arbeiten Platz finden, wie dieselbe in der Fabrik von Robey & Co. Lincoln, England geschieht, da dieselben Manches Interessante bietet und sich im Laufe der Beschreibung leicht weitere Bemerkungen daran knüpfen. Wir bitten hierbei die Tafeln 5, 6 und 7 zur Hand zu nehmen.

Der Dampfcylinder wandert aus der Gießerei zunächst nach der Cylinderbohrmaschine, um ausgebohrt zu werden, wobei derselbe zugleich auf einem Ende auf einer Breite von ca. 30 bis 40^{mm} rings um das Bohrloch angefraist wird, welche ringförmige, zur Bohrung rechtwinkliche Fläche später beim Hobeln der Endflächen als Anhalt dient. Sobald dies geschehen, wird er wieder auf einen Karren (wheel barrel) geladen und zur Hobelmaschine gebracht, wo zunächst nur die Schieberfläche (valve face) und spätere Verbindungsfläche (joint face) (mit dem Schieberkasten) gehobelt, die Schieberfläche, welche in Fig. 8 Tafel 6

der Deutlichkeit halber schraffirt ist, muß genau parallel zur Cylinderachse sein. Um sich dessen zu versichern, ohne viele Umstände machen zu müssen, ist eine Vorrichtung auf dieser Hobelbank angebracht, mittels welcher der Cylinder ohne alle Mühe richtig eingestellt werden kann. Dieselbe ist auf Tafel 7 Fig. 12 in $^1/_5$ natürlicher Größe dargestellt. Zwei Lagerböcke von genau gleicher Höhe sind auf der Hobelbankplatte mit Schraubenbolzen befestigt und zwar dienen die Lager dieser Böcke als Klemmfutter für eine starke schmiedeeiserne Achse oder Welle. Auf dieser Welle ist eine Scheibe fest aufgekeilt, welche auf ihrer äußeren Mantelfläche schwach conisch gedreht ist und in die Bohrung des Dampfcylinders etwa zur Hälfte hinein geht. Eine andere Scheibe mit langer Nabe ist lose auf der Welle. Die lose Scheibe wird abgenommen, nachdem die Welle aus den Lagern gehoben ist, dann wird der Dampfcylinder über die Welle gehoben und auf die feste Scheibe aufgesetzt, darauf die lose Scheibe vorgesteckt und mit Schraubenbolzen, welche durch beide Scheiben gehen, oder schneller mit durch die Welle gestecktem Keil und Gegenkeil (wie auf der Zeichnung) fest in den Dampfcylinder hineingepreßt. Das Ganze wird nun in die erwähnten Lagerböcke gebracht, die Schieberfläche nach oben, und die Welle in den Lagern fest eingeklemmt. Da nun die Böcke so gestellt sind, daß die in ihnen befestigte Welle parallel mit der Längenrichtung der Hobelbank ist, so muß jeder Strich des Hobelstichels genau parallel mit der Cylinderachse werden. Da aber ferner die Schieberebene auf dem Kessel später genau senkrecht stehen soll, so handelt es sich auch darum, daß dieselbe mit der unteren bogenförmigen Grundfläche des Cylinders, welche letztere später auf dem Kessel anliegen soll, einen rechten Winkel bildet. Es genügt hierzu nöthigenfalls, vorausgesetzt, daß das Modell gut passend gearbeitet war, quer über die beiden Ende der Schieberfläche die Setzwage oder Röhrenlibelle zu legen und durch die Fläche horizontal einzustellen. Besser würde es jedoch sein, eine Winkellehre mit einem bogenförmigen und einem geraden Schenkel wie Fig. 11 Tafel 7 zu diesem Zweck zu fertigen, der bogenförmige Schenkel dieses Winkels wird an die Cylinderfüße an einem Ende angelegt und der Cylinder so eingestellt, daß der gerade Schenkel horizontal wird. Für alle Fälle thut man gut, sich klar zu machen, daß für das spätere Montiren aus weiter unten anzuführenden Gründen mehr Arbeit entsteht, wenn der Winkel d, Fig. 1 Tafel 6 durch das Hobeln zu klein wird, als wenn derselbe zu groß wird. Ferner ist beim Hobeln darauf Rücksicht zu

nehmen, daß die äußeren Kanten der langen seitlichen Arbeitsleisten genau zwischen die Oeffnung des Schieberkastens passen sollen, daher wird die Distanz W Fig. 7 und 8 Tafel 6 nach der Lehre gehobelt.

Die Flantschen des Schieberkastens werden gleichzeitig auf einer benachbarten Hobelbank bearbeitet und nun Beides einem Schlosser (fitter) zugewiesen. Der Letztere überzeugt sich zunächst, ob Cylinder und Schieberkasten völlig gut zusammen passen. Wenn die Oeffnung des Schieberkastens größer als die Breite W über den Arbeitsrippen vom Cylinder gemessen ist, so hat der Hobler nicht genau nach der Lehre gearbeitet, die Folge ist, daß der Schieberkasten, wenn aufgepaßt, etwas hin- und herwackelt, dann darf dies Paar nicht zusammen genommen werden, sondern für jedes Stück muß ein anderes passendes angefertigt werden. Der Schlosser hat die Verpflichtung hierfür zu sorgen, da ihn sonst nachher der Vorwurf treffen würde.

Daß unter solchen Umständen, welche in jeder Werkstatt und bei den besten Arbeitern sich ereignen können, wenn gleich sie selbstverständlich selten sein müssen, die betreffenden Stücke weder verworfen zu werden, noch aus falschen Sparsamkeitsgründen nicht genau zu einander passende Stücke weiter mit einander verarbeitet zu werden brauchen, ist ein Vortheil der Massenfabrication, welcher nicht gering anzuschlagen ist.

Ist umgekehrt die Oeffnung W des Schieberkastens etwas zu eng, so daß die Flantsche am Cylinder und Schieberkasten nicht bis zur vollständigen Berührung gelangen, so kann der Schlosser mit der Feile ein wenig nachhelfen.

Nachdem Schieberkasten und Cylinder als zusammen passend befunden sind, so markirt der Schlosser sie zunächst als zusammengehörig, (wobei darauf gehalten wird, daß jeder Schlosser seine bestimmten Marken hat, damit Niemand später etwa schlecht befundene Arbeit verleugnen kann) und schreitet dann zum Vorzeichnen (setting out) der Löcher für die Verbindungsschrauben.

Das gewöhnliche Verfahren des Vorzeichnens ist bekanntlich, daß die betreffende Fläche mit Kreide (chalk) eingerieben wird, dann mit Hülfe des Lineals (straight edge) oder Winkels (square) und Reißnadel (scriber) zunächst die Mittellinie für die Löcher gezogen wird und dann die Mittelpunkte der Löcher mit dem Zirkel (compasses, spring divider) richtig eingetheilt und um die Mittelpunkte Kreise vom Durchmesser der zu bohrenden Löcher geschlagen werden, worauf dann schließlich die sämmtlichen Mittelpunkte je durch eine und jeder Kreis

auf seiner Peripherie durch vier kräftige, sich zu zweien diametral gegenüberstehende Marken mit dem Körner (centre punch) „angekörnt" werden.

Ungleich weniger zeitraubend ist es jedoch, die Löcher nach einer Schablone (gauge) vorzuzeichnen, welche von dünnem Blech gearbeitet ist, in ihren äußeren Umrissen der Form der Fläche gleicht, auf welcher die Löcher vorgezeichnet werden sollen und die vorzuzeichnenden Löcher selbst in der richtigen Größe enthält. Diese Schablone wird auf die betreffende Fläche, welche vorher wie gewöhnlich mit Kreide berieben ist, gelegt, die darin enthaltenen Löcher schnell mit der Reißnadel umfahren und dann die sämmtlichen Löcher mit je fünf Körnerschlägen angekörnt.

Von zwei Löchern, welche verschiedenen durch Bolzen zu verbindende Stücken angehören, darf stets nur das eine vorgezeichnet werden; nachdem dies gebohrt ist, wird danach das andere mit der Reißnadel vorgezeichnet, indem man die beiden Stücke provisorisch so aneinanderfügt, wie sie später zusammen befestigt werden sollen. Welches von den zwei Löchern zuerst vorgezeichnet werden soll, entscheidet man in jedem speciellen Falle, indem man berücksichtigt, von welchem aus später das andere am besten mit der Reißnadel zugänglich ist. Die Schablonen werden selbstverständlich so angefertigt, daß dem Arbeiter das Nachdenken erspart wird und er nicht unrichtig vorzeichnen kann.

Der Schlosser legt nun den betreffenden Dampfcylinder nebst Schieberkasten auf einen Karren, — wie man sie bei uns vielfach auf Güterböden der Eisenbahnen sieht — und fährt damit zu derjenigen Bohrmaschine, an welcher, wie er weiß, diese Löcher gebohrt werden und wendet sich dann mit seinem Karren zum Magazin, um sich die Theile zu holen, deren er zur Fertigstellung des Dampfcylinders bedarf, nämlich: 4 Führungslineale (guide bars), 2 Führungsklötze (slide blocks), 1 Führungsträger (guide column), 2 Messingkappen (caps) für die Schmierdosen (oil cups) auf den obern Führungslinealen nebst messingenen Dochtrohren (brass pipe), einen Absperrschieber (stop valve), eine Drosselklappe (throttle valve), nebst Spindel (throttle valve spindle), 1 Dampfschieber (slide valve), 3 messingene Stopfbüchsen-Einsätze (glands), ein messingnes Sicherheitsventil (safety valve) mit Sicherheitsventilhebel (safety valve lever), Schraubenbolzen (screw bolts), Kopfschrauben (set screws) und Stiftschrauben (studs), welche der Magazinbewahrer (store keeper) ihm gleich in der erforderlichen Anzahl einhändigt.

Diese Theile werden stets theils roh, theils schon durch Maschinen bearbeitet, im Magazin im Vorrath gehalten. Die Führungslineale sind an drei Seiten gehobelt und die Schmierdose an den oberen Linealen abgedreht (siehe Tafel 5 Fig. 15 u. 16), sowie das Loch zur Aufnahme des messingnen Dochtrohres gebohrt, dagegen sind die Löcher an den Enden noch nicht gebohrt; es liegt dem Schlosser ob, sie vorzuzeichnen. Die Führungsklötze sind gehobelt und gebohrt, der Absperrschieber von Messing auf der Dichtungsfläche und der oben und unten schmalen Fläche gehobelt, die Drosselklappe unbearbeitet, Dampfschieber an der Grundfläche gehobelt, sonst unbearbeitet, Stopfbüchseneinsätze ausgebohrt und gedreht, die schmalen Außenflächen des Flantsches unbearbeitet, ebensowenig die Löcher für die Stiftschrauben gebohrt. Das Sicherheitsventil mit seinem Hebel und dessen Befestigungsgabel mit Schraube (siehe Fig. 11 Tafel 6) ist fertig bis zum Einschleifen, nur ist die dünne Fortsetzung des Ventils, auf welcher der Hebel ruhen soll, noch zu lang und wird erst nach erfolgtem Einschleifen mit der Säge abgeschnitten.

Das Fertigmachen dieser Theile liegt dem Schlosser ob und er beginnt sofort damit, während die Löcher am Cylinder und Schieberkasten gebohrt werden. Er zeichnet die Schraubenlöcher in den Führungslinealen und Stopfbüchsendeckeln vor und bringt sie zur Bohrmaschine. Erstere werden etwas kleiner gebohrt, als der Durchmesser des Bolzens, den sie aufnehmen sollen, da sie später mittelst Reibahle aufgerieben werden müssen, letztere dagegen größer, damit die Stiftschrauben leicht hindurch gehen und nicht mit der Feile nachgeholfen zu werden braucht.

Bei dieser Gelegenheit mag bemerkt werden, daß der Schlosser in Wirklichkeit nicht blos an e i n e m Dampfcylinder zur Zeit arbeitet, sondern immer an mehreren zugleich, damit er niemals müßig zu stehen braucht, wenn seine Sachen bei den verschiedenen Werkzeugmaschinen nicht sofort expedirt werden können. Dies vorausgeschickt, wird es gerechtfertigt erscheinen, ihn in unserem Beispiel nur an einem Cylinder arbeiten zu lassen.

Inzwischen sind die am Cylinder und Schieberkasten vorgezeichneten Löcher gebohrt; jetzt wird wieder mit Kreide angerieben, beides zusammengepaßt und die noch übrigen Löcher nach den fertigen mit der Reißnadel vorgerissen und angekörnt.

Die Zeit bis diese Löcher gebohrt sind, wird benutzt, um eine der unterdessen gebohrten Stopfbüchsen zu feilen. Einige Uebung bringt es mit sich, daß der Arbeiter sie lediglich nach Augenmaß feilen kann, ohne die Form vorreißen zu müssen. So geschieht es allgemein in der schon genannten Fabrik; weiter unten werden wir diesem Gegenstand noch weitere kurze Bemerkungen widmen.

Wenn der Schlosser nun sieht, oder im Fall sein Standpunkt von der Bohrmaschine entfernt ist, durch einen Knaben erfährt, daß seine Cylinder- und Schieberkasten gebohrt sind, so schraubt er beide Theile zusammen, nachdem er die nöthigen Gewinde für die Stift- und Kopfschrauben eingeschnitten hat, was, beiläufig bemerkt, in dieser Fabrik beim Gußeisen stets trocken d. h. ohne Anwendung von Oel, geschieht, und liefert das Ganze an die größte vorhandene Hobelmaschine ab, woselbst nun das Hobeln der Endflächen geschieht.

Um das richtige Aufspannen des Cylinders zu diesem Zweck zu erleichtern, ist schon beim Ausbohren des Cylinders auf der einen Endfläche desselben rings um die Bohrung eine Fläche angefraist, welche rechtwinklich zur Achse der Bohrung steht. Dasjenige Ende des Dampfcylinders, welches diese bearbeitete Ringfläche enthält, wird nun zunächst nach unten gekehrt und auf dem Bett der Hobelbank befestigt, mit Hülfe eines untergelegten gedrehten Stahl- oder Gußeisenringes, etwa eines Kolbenringes, welcher, wie Fig. 16 Tafel 7 zeigt, sorgfältig so untergelegt wird, daß der Cylinder nur mit seiner bearbeiteten Fläche darauf ruht. Da der Schieberkasten hierbei frei schwebt, so müssen sämmtliche Verbindungsschrauben zu dieser allerdings nur provisorischen Verbindung desselben mit dem Cylinder benutzt und fest angezogen werden, damit keine Verschiebung der beiden Theile beim Hobeln erfolge. Alleinige Ausnahme bildet bei dem in Rede stehenden Cylinder die Stiftschraube der Mutter, welche im Dampfcanal sitzt, weil dieselbe nicht mit dem Schlüssel (spanner) angezogen werden kann, sondern, wie schon oben einmal erwähnt, mit dem Meißel angezogen werden muß. Daß das Bett der Hobelmaschine vor dem Auflegen des Ringes sorgfältig von Spähnen zu reinigen ist, ist selbstverständlich. Sobald die obere Seite gehobelt ist, wird umgedreht und die bearbeitete Seite ohne Hülfe des erwähnten Ringes aufgespannt. Wenn der Hub der Hobelmaschine es erlaubt, so werden mehrere Cylinder auf einmal hinter einander darauf befestigt und abgehobelt.

Von der Hobelmaschine hat der Schlosser den Cylinder zum Dreher

zu fahren, welcher die Cylinderdeckel einpaßt und zwar den vordern mit besonderer Sorgfalt, so daß derselbe durchaus nicht lose darin sitzt. Zugleich werden die äußeren Flächen der Deckel abgedreht. Auch ist es Gebrauch, diese Flächen zu poliren.

Die Zeit, welche der Cylinder auf der Hobelbank oder beim Dreher zubringt, benutzt der Schlosser zu anderen Arbeiten. Nachdem die Stopfbüchseneinsätze gefeilt sind, werden die Führungslineale abgeschlichtet.

Für das Abschlichten der Führungslineale ist eine Richtplatte (face plate, surface plate) vorhanden, welche Fig. 13 Tafel 7 in der Ansicht von oben mit hineingezeichnetem Querschnitt in $^1/_5$ der wirklichen Größe zeigt. Der Bearbeitung unterliegen von jedem Führungslineal zwei Flächen, nämlich diejenigen, an welchen die Flächen der Gleitklötze geführt werden, von denen die einen bei der fertigen Führung vertical nach innen, die anderen horizontal nach innen liegen sollen. Zunächst werden alle verticalen inneren Flächen bearbeitet. Dieselben sollen durchaus gerade sein. Wenn die Führungen eine Zeit lang im Magazin gelegen haben, nachdem sie gehobelt sind, so ist, wenn sie auch gerade keinen Rost zeigen, doch eine harte Oxydschicht auf denselben vorhanden. Dieselbe wird im Interesse der Conservirung der Feilen zunächst mit dem Schaber (scraper) entfernt. Da hierbei auch die Schaber schnell stumpf werden, so hat der Arbeiter zu diesem Zweck eine größere Anzahl dieser Instrumente, um nicht allzuoft zum Schleifstein wandern zu müssen. Hierauf werden mit der Vor- und Bastardfeile die Hobelstriche einigermaßen herausgefeilt und dann das Lineal auf die zu diesem Zweck gleichmäßig mit ein wenig Oel und Mennige beriebene Richtplatte gelegt. Zunächst überzeugt man sich nun, ob das Lineal sicher aufliegt und durchaus nicht wackelt. Ist das Letztere der Fall, so wäre es verkehrt, die Richtplatte schon anwenden zu wollen, vielmehr muß dann vermittelst Lineal und Winkel der Grund hiervon aufgesucht werden, der entweder darin liegt, daß die Fläche windschief oder gewölbt ist; nachdem diesem Uebelstande abgeholfen ist, und das Lineal fest aufliegt, wird dasselbe mehrmals unter gelindem Druck auf der Richtplatte hin und her gezogen, von der Richtplatte abgenommen und diejenigen Stellen, wo Spuren von Farbe zu sehen sind, zuerst mit kräftigen Schaberstrichen und dann mit der Bastardfeile fortgenommen. Dies Verfahren wird wiederholt mit dem Unterschiede, daß man, je mehr sich die Fläche der Ebene nähert, desto weniger energisch die farbigen Stellen fortnimmt, statt der Bastardfeile bald nur noch die Schlicht-

feile und endlich den Schaber allein anwendet. Wie viel Zeit zu diesem Verfahren nothwendig ist, hängt ganz und gar von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab. Den unerfahrenen Arbeiter erkennt man sofort, wenn er die Richtplatte dick mit Mennige beschmiert, beim Auflegen des Lineals auf die Richtplatte nicht erst zwei Finger auf je zwei sich diagonal gegenüberstehende Ecken des Lineals legt, um zu sehen, ob es wackelt, gleich anfangs nur den Schaber oder nur die Feile verwendet, mit der ganzen Schwere seines Körpers auf die Mitte des Lineals drückt, wenn er es auf der Richtplatte hin und herschiebt, vor dem jedesmaligen Herausnehmen des Arbeitsstückes die Spähne gar nicht oder, was noch schlimmer ist, mit der warmen Hand entfernt. Letzteres erzeugt augenblicklich eine harte Oxydschicht auf der frischen Metallfläche, auf welcher die Feile wie auf hartem Stahl gleitet, ohne zu greifen. Der erfahrene Arbeiter vermeidet nicht nur alle diese Fehler, er treibt auch das Schaben nicht unnöthig weit, sondern weiß genau, wenn er aufzuhören hat. Offenbar ist es practisch unmöglich, das Schaben so weit zu treiben, daß die ganze abzurichtende Fläche von dem dünnen Mennigeüberzug der Richtplatte gleichmäßig gefärbt wird, es genügt vollständig, wenn sich die Farbeflecken in Distanzen von 50 bis 100^{mm} auf der ganzen Länge des Lineals vorfinden.

Ist durch das Schaben die Fläche gehörig abgerichtet, so greift der Arbeiter zur feinen Schlichtfeile und dem Schmirgelleinen oder der Schmirgelfeile. Dies sogenannte Abziehen (finishing) mit der Schlichtfeile wird bei Gußeisen bekanntlich stets trocken vorgenommen. Beim Abschlichten von Schmiedeeisen wird die Feile in deutschen Werkstätten meistens mit Oel benetzt, eine solche Feile ist aber auf Gußeisen nicht zu brauchen, da sie Risse macht. Wird dagegen die Schlichtfeile für Schmiedeeisen mit Kreide bestrichen, wie in englischen Werkstätten vielfach Sitte ist, so kann man dieselben auch auf Guß gebrauchen.

Das Abrichten der breiten Laufflächen der Führungslineale geschieht hiernach in ganz ähnlicher Weise, nur mit dem Unterschied, daß diese Fläche zwar der Quere nach ganz gerade, aber der Länge nach etwas gewölbt oder convex hergestellt wird, so zwar, daß das Lineal, wenn lose auf die Richtplatte gelegt, sich um seine Mitte drehen läßt, ohne daß die Enden die Platte berühren; durch festes Aufdrücken auf die Enden müssen aber auch diese gleichzeitig zur Anlage bringen lassen und hernach müssen sich die Farbeflecken wieder wie oben auf der ganzen Länge des Lineals gleichmäßig vorfinden. Der Grund zu

dieser Bearbeitung liegt darin, daß die Lineale, wenn sich der Gleitklotz in der Mitte befindet, für welche Stellung der größte Druck auf die Führungen ausgeübt wird, ein wenig durchfedern, sowie, daß die Abnutzung in der Mitte am größten ausfällt, eben weil hier der Druck am größten ist.

Angenommen, daß während dieser Arbeit der Cylinder gehobelt und die Deckel eingepaßt sind, so holt sich nun der Schlosser das Ganze an seinen Schraubstock. Die nächste Arbeit ist das Einpassen der Schieberkastendeckel (steam chest cover), welche mit den Cylinderdeckeln (cylinder cover) in einer geraden Fuge zusammenstoßen (Tafel 6 Fig. 3 und 4).

Der vordere Cylinderdeckel wird in den Schraubstock gespannt mit seiner geraden schmalen Fläche nach oben und von dieser, der späteren Fuge, die Gußhaut (hard-skin) heruntergemeißelt, worauf die Fläche mit Hülfe von Lineal und Winkel eben und zur Außen- und Innenfläche des Deckels senkrecht gefeilt wird. Darauf wird dieser Deckel in die nach oben gekehrte vordere Oeffnung des Cylinders hineingelegt, nachdem die vordere Endfläche desselben da, wo die Fuge hintrifft, mit Kreide berieben ist. Die soeben gefeilte schmale Fläche des Cylinders wird nun genau parallel zu der Verbindungsfuge von Cylinder und Schieberkasten gestellt und dann hiernach, wie nach einem Lineale eine scharfe Linie auf der Cylinder-Endfläche mit der Reißnadel gezogen, welche dann nach Wegnehmen des Deckels mit dem Lineal noch über ihre Enden hinaus verlängert wird. Der schon innen und außen gehobelte Schieberkastendeckel, der auf der inneren Seite eine Erhöhung hat, welche in die vordere Oeffnung des Schieberkastens hineinragt (siehe Fig. 5 Tafel 6), wird mit Hülfe von Meißel und Feile stramm in diese Oeffnung eingepaßt, worauf man dann die auf der Cylinderfläche nach der Kante des Cylinderdeckels soeben vorgerissene Linie auf den Schieberkastendeckel, der im unbearbeiteten Zustande noch etwas über diese Linie hinausragen muß, überträgt und hiernach die Fugenfläche des Letzteren mit Meißel und Feile bearbeitet. Hierauf ist schon etwas Sorgfalt zu verwenden, damit die betreffende Fuge nachher nicht auseinander klafft.

Die Ansätze, welche die Kolbenstangenstopfbüchse des vorderen Cylinderdeckels zur Befestigung der Führungslineale trägt, bedürfen zunächst der Bearbeitung durch die Stoßmaschine (slotting machine) und es müssen die Linien, nach welchen diese Bearbeitung vorgenommen

werden soll, vorgezeichnet werden. Zu dem Ende wird in den bereits ausgebohrten Stopfbüchsenhals ein kurzer, genau nach der Lehre abgedrehter Kloß gesteckt, so daß seine Endfläche gerade mit der vorderen abgedrehten Fläche der Stopfbüchse abschneidet. Der Mittelpunkt dieses Klotzes ist durch einen Körnerpunkt angegeben. Dann wird der Cylinderdeckel mit seiner abgefeilten Fugenfläche auf eine Richtplatte gestellt und mittelst eines ebenfalls auf die Richtplatte gestellten Winkels eine Linie durch den Mittelpunkt der Stopfbüchse gezogen. Diese Linie ist dann rechtwinklich auf der Fugenfläche und auf der Schieberfläche. Jetzt wird die halbe seitliche Distanz der Führungslineale in den Zirkel genommen, vom Mittelpunkt aus nach beiden Seiten auf der eben gezogenen Mittellinie abgetragen und durch die gefundenen Punkte mittelst eines auf die Richtplatte gestellten Parallelreißers (scribing block) zwei Linien gezogen, nach welchen die kleinen Seitenflächen zu bearbeiten sind. Wenn man nun noch von zwei Punkten der Mittellinie aus Kreise schlägt, welche zum Halbmesser die halbe verticale Distanz der Führungen haben und an diese Kreise zwei gemeinschaftliche Berührungslinien parallel zur Mittellinie zieht, so ist das Vorzeichnen der Linien fertig, welche nun nur noch, soweit die Bearbeitung nach denselben geschehen soll, mit zahlreichen Körnerpunkten angekörnt werden.

Der Schlosser zeichnet nun auch die Löcher für die Stopfbüchsenschrauben nach den messingnen Stopfbüchseneinsätzen vor und befördert dann Cylinder- und Schieberkastendeckel zur Stoß- resp. Bohrmaschine. Vorher konnte schon noch das Anzeichnen der Löcher für die Deckelschrauben nach der Schablone erfolgen. Mit dem vorderen Cylinderdeckel zugleich wird der Führungsträger (guide column) vorgezeichnet und nach der Stoßmaschine gebracht. Das Vorzeichnen dieses Stücks unterliegt keiner so sorgfältigen Behandlung, wie das des Cylinderdeckels, es geschieht einfach nach der Schablone, welche man nach Augenmaß auflegt.

Wenn auch die hinteren Deckel eingepaßt und deren Schraubenlöcher vorgezeichnet sind, so muß der Cylinder mit den sämmtlichen Deckeln wieder zur Bohrmaschine, damit die Löcher für die Deckelschrauben gebohrt werden und in den Deckeln die Stopfbüchsenlöcher.

Inzwischen richtet der Schlosser den Absperrschieber ab. Dazu ist eine kleine sorgfältig bearbeitete Richtplatte vorhanden. Zunächst wird mit der Schlichtfeile sauber gefeilt bis die Hobelstriche heraus sind, dann ergreift der Arbeiter den Schaber und schabt vorläufig die Fläche

des Schiebers mit energischen Schaberstrichen in der Mitte vollständig hohl, nur ringsherum einen ca. 10 mm breiten Rand unberührt lassend. Dieser Rand ist es, welcher dichten muß, die Mitte der Fläche des Schiebers correspondirt bei geschlossenem Schieber mit dem Dampfrohr, während nur der Rand aufliegt. Dann wird die Richtplatte zu Hülfe genommen. Nur für den Fall, daß der Schieber, wenn darauf gelegt, wackelt, ist noch die Feile anzuwenden, sonst geschieht die Bearbeitung des Randes nur durch den Schaber und zwar in ganz ähnlicher Weise, wie oben bei den Führungslinealen beschrieben wurde, nur daß bei Bearbeitung des Schiebers im Ganzen subtiler verfahren wird. Sobald sich im Verfolg der Arbeit farbige Stellen in der Mitte zeigen sollten, so werden dieselben energisch weggenommen. Der Absperrschieber soll, wenn auf der fast trockenen, d. h. nur mit Spuren von Mennige und Oel überzogenen Richtplatte gerieben, auf dem Rande ganz besät mit dunklen Punkten erscheinen, ehe seine Bearbeitung als vollendet betrachtet werden darf. Der bearbeitete Absperrschieber wird an irgend einen Platz gebracht, wo derselbe durchaus vor Beschädigung geschützt ist, da bei der geringfügigsten Verletzung seiner Fläche die Arbeit noch einmal gemacht werden muß.

Jetzt holt der Schlosser den Führungsträger von der Stoßmaschine. Die Flächen desselben, welche auf der Stoßmaschine bearbeitet sind, bedürfen noch der weiteren Bearbeitung mit Meißel und Feile. Zunächst meißelt der Arbeiter mit Kreuzmeißel und Flachmeißel zur Erleichterung des späteren Feilens die Flächen in der Mitte vertieft, so daß ringsherum nur ein Rand von ca. 5 mm stehen bleibt, wie durch einen Blick auf die schräge Projection Fig. 17 Tafel 7 sofort deutlich wird. Nun kommt es darauf an, diese Fläche so zu bearbeiten, daß

1) alle völlig eben sind,
2) je zwei derselben genau in dieselbe Ebene fallen,
3) je zwei dieser Doppelebenen zu einander genau parallel sind und
4) einen ganz bestimmten Abstand von einander haben, sowie endlich
5) daß das eine Paar paralleler Ebenen genau senkrecht auf dem anderen steht.

So schwierig diese Bearbeitung nun auch beim ersten Anblick scheint und in Ermangelung genügender Hülfsmittel in der That auch ist, so einfach und völlig sicher ist sie auszuführen, sobald der Arbeiter

die Lehre Fig. 18 und 19 Tafel 7 und die in Fig. 20 und 21 Tafel 7 dargestellte benutzt.

Zuerst werden zwei zusammengehörige Flächen d. h. solche, welche in eine Ebene fallen sollen, etwa die unteren horizontalen mit einer kleinen Feile gefeilt bis genau die vorgezeichnete Linie erreicht ist, welche nach der Bearbeitung auf der Stoßmaschine vollkommen sichtbar geblieben sein mußte. Dann werden diese beiden Flächen mit Hülfe der hufeisenförmigen Richtplatte (Fig. 18 und 19) so bearbeitet, daß dieselben nicht nur jede für sich eben sind, sondern auch beide in dieselbe Ebene, die Ebene der Richtplatte, fallen. Dann wird das andere Paar horizontaler Flächen so bearbeitet, daß sie überall einen gleichen Abstand von ganz bestimmter Größe mit den unteren Ebenen bilden, wozu anfangs der Taster (callipers) oder die Schublehre (sliding gauge), zuletzt aber die feste Distanzlehre benutzt und endlich die letzte Controle wieder mit Hülfe der Richtplatte geübt wird. Ein Paar der verticalen Flächen wird nun mit Hülfe der Richtplatte Fig. 20 und 21 bearbeitet, wobei jedoch ein genauer Anschlagwinkel zu Hülfe genommen wird, um zu sehen, ob die verticalen mit den horizontalen Flächen genau einen rechten Winkel bilden. Endlich wird das zweite und letzte Paar verticaler Flächen wieder nach dem zuerst bearbeiteten Paar gleicher Richtung mit Taster, Distanzlehre und Richtplatte bearbeitet. Die inneren Kanten, welche beim Zusammenstoßen der verticalen und horizontalen Flächen gebildet werden, können zur Erleichternng der Arbeit, mit einer dreieckigen Feile oder der schmalen Kante einer dünnen flachen Feile oder mit der Bogensäge eingekerbt werden.

Die Handhabung der Richtplatten bei diesem Verfahren charakterisirt wieder den geübten Arbeiter. Derselbe wird die Platten für diesen Zweck ziemlich stark mit Mennige bestreichen, sie auf das Arbeitsstück legen und zunächst lediglich durch abwechselndes Aufdrücken mit den Daumen auf die beiden Seiten sich überzeugen, ob die Platte auch irgend wie wackelt; wackelt sie, so kann er sich leicht durch Untersehen unter dieselbe, sowie auch allein durch die Art des Wackelns überzeugen wo der Fehler ist und muß demselben dann abhelfen. Erst wenn die Platte festliegt, sieht er nach, an welchen Punkten sie touchirt hat. Vor dem jedesmaligen Auflegen wird der Mennigeüberzug mit den Fingern wieder gleichmäßig vertheilt, da sich auf der kleinen Platte leicht Stellen blank reiben und dann zu Irrthum Veranlassung geben.

Sind die Flächen vollständig bearbeitet, so werden die Löcher für

die Befestigungsschraubenbolzen nach den in den oberen Führungslinealen bereits gebohrten vorgezeichnet und dieselben so angekörnt, daß die angekörnten Mittelpunkte der Löcher ca. 1 mm näher an einander rücken als die wirklichen Mittelpunkte der vorgezeichneten Kreise, damit die Löcher auf „Anzug" gebohrt werden.

In den Cylinder- und Schieberkastendeckeln sind nun die Löcher nebst den entsprechenden in den Endflächen von Cylinder und Schieberkasten gebohrt und der Schlosser setzt sich jetzt wieder in den Besitz des Ganzen und bringt es zunächst zur Stoßmaschine, damit die Flantschen am Cylinder und Schieberkasten zugleich mit den zugehörigen Deckeln die zu diesem Zweck schon mit einigen Schrauben befestigt worden, ringsherum bestoßen werden.

Hiernach nimmt er beide Theile auseinander, der Cylinder wandert zur Bohrmaschine, damit die Löcher zur Aufnahme der Cylinderhähne oder der Schraubenbolzen zur späteren Befestigung auf den Kessel gebohrt werden können; am Schieberkasten werden ebenfalls die Schraubenlöcher in den Füßen gebohrt, worauf er zu einer anderen Bohrmaschine kommt, wo nun das Letzte daran gebohrt und gefraist wird, nämlich der Canal, der die Drosselklappe enthalten soll, welcher voll gegossen ist, das Sicherheitsventil, die Drosselklappenstopfbüchse, worauf dann auch die Grundfläche des Absperrschiebers Fig. 17 Tafel 6 gehobelt wird.

Während dessen bearbeitet der Schlosser die Geradführungsknaggen an dem vorderen Cylinderdeckel in ganz ähnlicher Weise wie die Bearbeitung des Führungsträgers beschrieben wurde, nur mit dem Unterschiede, daß hier auch noch darauf zu sehen ist, daß sämmtliche Flächen

1) vollkommen symmetrisch um den Mittelpunkt der Stopfbüchse, welcher identisch ist mit der Mitte des Cylinders, liegen, sowie daß sie

2) einen genauen rechten Winkel mit der abgedrehten Fläche des Cylinderdeckels bilden, so daß die daran befestigten Lineale durchaus parallel mit der Cylinderachse stehen.

Dann geschieht das Vorzeichnen der Löcher für die Befestigungsbolzen der Führungen nach den schon gebohrten Löchern der oberen Führungslineale und werden dieselben wiederum so angekörnt, daß sie auf Anzug gebohrt werden.

Jetzt kann auch der Dampfschieber fertig gemacht werden, dessen Dichtungsfläche nach der Richtplatte und dessen schmale Seitenflächen

und Kanten nach Winkel und Stahlblechschablone bearbeitet werden. Da dieser Schieber zweckmäßig von sehr hartem Guß hergestellt wird, so darf der Gebrauch des Meißels nur vorsichtig geschehen, um Brüche zu vermeiden.

Den jetzt fertig gebohrten Dampfcylinder stellt der Schlosser auf eine Arbeitsbank bei seinem Schraubstock in der Weise, wie Fig. 25 und 27 Tafel 7 illustriren, er befestigt den vorderen Cylinderdeckel daran mit einer Schraubenzwinge (cramp) (siehe Fig. 25), wobei er wohl darauf achtet, daß die Fuge zwischen Deckel und Cylinderflantsch nirgends aus einander klafft. Wenn nun die Führungslineale mit zwei provisorischen d. h. schwächeren als den später zu verwendenden Bolzen an den dazu bestimmten Knaggen des vorderen Cylinderdeckels angeschraubt werden, während das andere Ende frei schwebt, so zeigt es sich, ob die Bearbeitung der Führungssitze richtig ist. Um den etwaigen Fehler deutlich erkennen zu können, welcher freilich bei dem ungeübten oder unachtsamen Arbeiter oft so groß ist, daß die Lineale für das bloße Auge sichtbar an dem freien Ende nach den verschiedensten Richtungen hin stehen, welcher jedoch bei dem geübten und sorgsamen Arbeiter niemals so groß ist, daß seine Natur mit bloßem Auge festgestellt werden könnte, wird eine runde, sorgfältig abgedrehte und calibrirte Stange (rod) in der Achse des Cylinders angebracht. Zu dem Ende wird in das hintere offene Ende des Cylinders eine schwach conisch gedrehte Scheibe (block) (Fig. 25 und 26 Tafel 7) und in den Stopfbüchsenhals eine schwach conisch gedrehte Hülse (cone) eingesetzt. Scheibe und Hülse haben eine Bohrung von dem genauen Durchmesser der erwähnten Stange, welche, wenn sie durch beide Theile hindurch gesteckt wird, als genau in der Achse des Cylinders liegend anzunehmen ist, sobald nur der Arbeiter darauf achtet, daß sie leicht hin und her zu schieben ist. Wäre das Letztere nicht der Fall, so wäre das ein Zeichen, daß Scheibe oder Hülse schief eingesetzt sind und man muß dann so lange richten, bis die Stange lose geht. Wenn diese Stange angebracht ist, so kann man vermittelst der Lehren Fig. 22 und Fig. 23 und 24 Tafel 7 sehr genau erfahren, ob die Führungslineale richtig stehen. Zu bemerken ist hierbei, daß die unteren Führungslineale am freien Ende ein klein wenig, „eine Idee,“ wie der Schlosser sagt, höher sein dürfen als am Cylinderende, nämlich so viel als das Gewicht des Führungsträgers dieselben durchbiegt. Wenn die Führungen richtig stehen, so werden sie nahe dem Cylinderdeckel sowohl seitlich als auch in verticaler Richtung durch Schraubenbolzen und quer über die Außenflächen gelegte eiserne

Schienen so fest an ihre Sitze gepreßt, während am vorderen Ende ein Holzstück von der Form des fertigen Führungsträgers dazwischen gelegt wird, daß einer der provisorischen Befestigungsbolzen nach dem andern herausgenommen, das betreffende Loch mit der Reibahle (rimer) aufgerieben und die beiden richtigen Schraubenbolzen an ihre Stelle gebracht werden können.

Für das Aufreiben ist es nothwendig, daß, wie schon oben bemerkt, die Löcher in den Stopfbüchsenknaggen etwas zu eng gebohrt sind, damit die Lineale durch die Reibahle gegen die verticalen Sitzflächen gepreßt werden, statt davon entfernt zu werden, in welchem letzteren Falle trotz aller sorgfältigen Bearbeitung die seitliche Distanz der Führungslineale unrichtig werden müßte. In ganz ähnlicher Weise geschieht das Aufreiben der Löcher in dem Führungsträger, indem in ein aufgeriebenes Loch sofort der dafür bestimmte Bolzen gesteckt und festgeschraubt wird. Hiernach muß nun

1) weder die verticale noch die horizontale Distanz der Führungen eine meßbare Differenz zeigen,

2) sämmtliche Lineale genau parallel mit der Probestange, der verkörperten Cylinderachse, stehen.

Dagegen ist es practisch unmöglich, stets zu erreichen, daß die oberen (horizontalen) Flächen der unteren Führungslineale, mit der Lehre, wie Fig. 27 veranschaulicht, geprüft, dieselbe Entfernung von der Probestange zeigen, wie die unteren Flächen der oberen Lineale. Sobald der Arbeiter sich nur der Größe und Art dieser Differenz, wobei es sich selbstverständlich nur um Bruchtheile von Millimetern handeln darf, bewußt ist, so kann er beim Einpassen der Führungsklötze hierauf Rücksicht nehmen, wodurch dieser Fehler vollständig neutralisirt wird.

Die gehobelten Führungsklötze werden vorläufig nur soviel befeilt, daß sie zwischen die Führungen gebracht werden können, wenn man die letzteren mittelst eines runden Holzes etwas auseinander biegt. Dann muß man nachsehen, ob sich durch die Bohrlöcher, die zur Aufnahme der Zapfen des Kreuzkopfbolzens (cross head pin) bestimmt sind, eine genau dazu passende Stange hindurchstecken läßt, ohne daß sich die letztere klemmt. Erst wenn mit Erfolg darauf hingearbeitet ist, daß dies der Fall ist, werden die breiten Laufflächen der Lineale mit Oel und Mennige bestrichen und dann die Führungsklötze mit Hülfe der durchgesteckten Stange in den Führungen hin und hergeschoben, um zu sehen, wo sie anliegen und durch Schaben und Feilen und zuletzt nur

durch Schaben die gefärbten Stellen, wie beim Abrichten nach einer Richtplatte, fortzunehmen. Dann werden auch die inneren Flantschen der Führungsklötze bearbeitet. Dieselben müssen ebenfalls gut anliegen und soweit abgefeilt werden, daß die innere horizontale Entfernung zwischen den beiden Klötzen genau die vorgeschriebene Größe hat. Hierfür ist eine Rolle (bobbin) vorhanden, welche genau zwischen den Klötzen passen muß, ohne lose dazwischen zu sein. Wenn durch die Rolle und beide Führungsklötze die Stange gesteckt wird, so muß das Ganze vom Arbeiter mit gleichmäßiger Kraft der Länge der Führungen nach hin und her bewegt werden können, ohne irgendwo fester, oder loser zu gehen, dabei müssen sämmtliche Flächen gut „touchiren," d. h. nach kurzem Hin und Herfahren gleichmäßig vertheilte Spuren von Mennigefärbung durch die vorher damit beriebenen Lineale erhalten. Nun werden endlich auch die äußeren Flächen der Führungslineale bearbeitet. Die Gleitklötze sind so bemessen, daß sie außen etwas vorstehen und werden bis auf die Ebene der Führungsstangen weggefeilt und dann das Ganze abgeschlichtet. Diese letztere Arbeit erfordert weniger Geschicklichkeit als Kraft und bei jedem Satz Führungen wird in der Regel eine Feile stumpf, da Führungen und Führungsklötze im Interesse der Dauerhaftigkeit von sehr hartem Guß hergestellt werden. Sobald man sich entschließen würde, diese äußeren Flächen einfach unbearbeitet zu lassen und mit Oelfarbe anzustreichen, so würde man unnöthige Arbeit und Feilen sparen und dem Käufer der Maschine wäre mehr damit gedient als mit dem Abschlichten dieser Flächen.

Nunmehr schreitet der Arbeiter zum Bearbeiten der Mündung der Dampfcanäle (steam ports). Wieder wird nach der Lehre vorgezeichnet und dann mit einem einseitig geschliffenen Flachmeißel (side cutting chisel) die inneren Wandungen der Canäle rechtwinklich zur Schieberfläche bearbeitet. Zu diesem Zweck müssen die Canäle von der Mündung ab ca. 10—15^{mm} enger sein und sich dann unter Bildung eines Absatzes erweitern, wie aus den Zeichnungen Tafel 6 ersichtlich ist.

Auf die Bearbeitung der Schiebercanäle kommen wir weiter unten zurück.

Zur Bearbeitung der Schieberfläche am Cylinder benutzt man den bereits abgerichteten Dampfschieber selbst als Richtplatte.

Die äußeren Flächen der Schieberkastendeckel werden abgefeilt und polirt, eine nach den eben ausgesprochenen Grundsätzen ebenfalls unnöthige Arbeit.

Am Cylinder und Schieberkasten sind nun noch die Gewinde für die Stiftschrauben (studs) der Stopfbüchsen einzuschneiden und die Stiftschrauben selbst einzuschrauben. Hierzu werden bekanntlich auf dem vorstehenden Ende der Stiftschraube zwei Muttern fest gegen einander geschraubt, worauf die äußere Mutter wie ein Schraubenkopf beim Einschrauben benutzt wird. Ist das Einschrauben beendigt, so löst man zuerst die innere Mutter, widrigenfalls man den Bolzen wieder herauszudrehen Gefahr laufen würde.

Nun sind noch zwei Arbeiten von Wichtigkeit vorzunehmen, nämlich das Abrichten der Grundflächen des Absperrschiebers im Einströmungscanal und das Einpassen der Drosselklappe.

Zum Abrichten der Grundflächen des Absperrschiebers wird letzerer selbst als Richtplatte benutzt. Diese Arbeit ist bei dem in Rede stehenden Dampfcylinder wesentlich dadurch erschwert, daß die betreffende Fläche für die Feile nicht zugänglich ist, daher der Arbeiter lediglich auf den Schaber dabei angewiesen ist. Nöthigenfalls muß im Laufe der Arbeit der Absperrschieber selbst noch einmal nach der Richtplatte controlirt werden.

Das Einpassen der Drosselklappe ist eine Arbeit, welche ein unerfahrener Arbeiter ohne Anleitung nicht fertig bringt. Obgleich hierbei ein nicht so vollständiger Schluß wie beim Absperrschieber practisch zu erzielen ist, so muß das Einpassen doch so sorgfältig geschehen, daß man von einem unterhalb der Drosselklappe im Rohr brennenden Licht bei geschlossener Drosselklappe nicht den leisesten Schimmer bemerkt.

Zunächst ist es gut, sich darüber klar zu werden, welche Form die Drosselklappe erhalten muß. Würde dieselbe dünn wie eine mathematische Ebene und nicht eine Platte von gewisser Dicke sein, so würde ihre Form die einer Ellipse (als schräger Schnitt eines Kreiscylinders) sein müssen. Ebenso klar ist, daß, wenn a l l e Punkte der Dichtungsfläche der Drosselklappe wie sie in Wirklichkeit ist, sich an die Wandung des c y l i n d r i s c h e n Rohres anschließen sollten, die Form der Dichtungsfläche die eines C y l i n d e r s sein müßte. Dann würde sie sich aber nicht drehen lassen; denn, wenn ein Cylinder in einem andern genau passend steckt, so läßt er sich wohl hin und herschieben, auch um seine Längsachse in dem äußern drehen, aber nicht um eine Linie quer zur Cylinderachse. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob der innere Cylinder grade abgeschnitten ist, d. h. Endflächen von Kreisform, oder schräge Endflächen von elliptischer Form hat.

Betrachtet man eine Drosselklappe in geschlossener Stellung Fig. 12 Tafel 6, so kann man unterscheiden zwischen

1) solchen Punkten der Dichtungsfläche (mit welchem Ausdruck wir vorläufig die ganze äußere schmale Fläche der Drosselklappe bezeichnen) welche bei der Drehung der Drosselklappe aus der geschlossenen in die punktirte Lage sich der Mittelachse des Rohres nähern, und

2) solchen Punkten der Dichtungsfläche, welche sich bei der Drehung von der Mittelachse entfernen, sowie

3) solchen Punkten, welche sich bei der Drehung anfangs der Mittelachse nähern und später wieder davon entfernen, sowie endlich

4) solchen Punkten, welche sich anfangs von der Mittelachse entfernen und später derselben wieder nähern.

Alle Punkte der ersten Classe dürfen sich in der geschlossenen Stellung der Klappe genau an die cylindrische Wandung des Rohres anschließen und können die Drehung nicht hindern, denn sie entfernen sich von der Rohrwand bei der Drehung oder, gewöhnlich gesprochen, sie bekommen mehr Spielraum in Folge derselben aus dem einfachen Grunde, weil der Cylinder in der Mitte am weitesten ist. Solche Punkte sind zum Beispiel a und a, (siehe Fig. 12).

Alle Punkte der zweiten Classe dürfen bei der geschlossenen Lage der Drosselklappe die Wandung des Rohres nicht berühren, da sie bei der Drehung in engeren Theilen des Cylinders Platz haben sollen. Alle Punkte der Fläche b c d e; b' c' d' e' gehören in diese Kategorie.

Ebensowenig dürfen diejenigen Punkte bei der geschlossenen Stellung anliegen, welche sich auch nur im Anfang der Drehung von der Mittelebene entfernen (Classe 4), wie die Punkte der Flächen b c f g oder b, c, f, g, mit Ausnahme der auf den Linien f g und f' g' selbst gelegenen.

Bei allen Punkten der Classe 3 ist zu entscheiden, ob dieselben am Schluß der Drehung weiter von der Mittelachse oder derselben näher sind als anfangs. Im ersten Falle dürfen sie nicht anliegen, wenn sie nicht die Drehung vorzeitig begrenzen sollen, im zweiten Falle dürfen sie anliegen.

Das Resultat dieser Betrachtungen ist, daß die in Fig. 13 schraffirten Flächen der Drosselklappe in deren geschlossener Stellung die Wand des Rohres nicht berühren dürfen und ferner, daß die Ecken

des Vierkant b und b′ am weitesten von der Wand abstehen müssen. Nach dieser Abschweifung wird die Richtigkeit des nun zu beschreibenden Verfahrens leicht verständlich sein.

Nachdem das im Guß gebildete vierkantige Loch der Drosselklappe mit einem passenden vierkantigen Dorn (drift) aufgedornt ist, feilt der Arbeiter zunächst von beiden Enden des Vierkantes so viel herunter, bis sich die Drosselklappe so in das Rohr hinein bringen läßt, wie der nachherigen offenen Stellung derselben entspricht. Hierbei werden vorzugsweise die in Fig. 13 schraffirten Flächen weggefeilt, so daß von den vorstehenden Ecken des Vierkantes am meisten weggenommen wird und zwar wird hierbei die Feile in der Richtung geführt, welche die Schraffirung in Fig. 13 angiebt. Dann wird an der runden Drosselklappenspindel ein Vierkant und am äußersten Ende derselben ein runder Zapfen angefeilt, (letzterer wurde besser vorher angedreht), wie aus Fig. 14 ersichtlich. Vierkant der Achse und vierkantiges Loch der Drosselklappe werden gezeichnet, so daß ohne Ausnahme bei dem nun folgenden öfteren Aufstecken und wieder Abziehen der Klappe, die gezeichneten Flächen zusammen treffen. Dann wird die Drosselklappe in das Dampfrohr, wenn nothwendig mit Hülfe einer Zange (tongs), gesenkt und die Spindel von außen durch die Drosselklappe eingeführt. Indem man jetzt die Klappe zu schließen versucht, sieht man, wo noch etwas wegzunehmen ist. Der geübte Arbeiter, welcher viele Drosselklappen von einer und derselben Größe einpaßt, kennt schon die fertige Form derselben genau genug, um sofort nach dem Augenmaß ihr annähernd die richtige Gestalt zu geben. Wenn dieselbe so viel anliegt, daß die Berührungsstellen zahlreicher werden, so wird ein Licht angesteckt und die Dichtungsfläche ringsherum mit dem Ruß der Flammen geschwärzt, wodurch sich die touchirenden Theile beim mehrfachen Schließen der Klappe leicht und deutlich markiren. Indem man nun die angemerkten Stellen fortnimmt, nähert sich das Ganze immer mehr der Vollendung; das zu erreichende Ziel ist, daß man von einem unter der Drosselklappe im Rohr brennenden Licht Nichts durchschimmern sieht.

Jetzt wird die endgültige Verbindung (joint) von Cylinder und Schieberkasten gemacht, unter Benutzung von Mennigekitt (red lead) als Dichtungsmaterial. Der Kitt wird zu dem Ende zu dünnen runden Streifen ausgerollt und in dieser Gestalt so vertheilt, daß die Dichtung überall zuverlässig erfolgt. Das hierauf folgende Zusammensetzen und

allmählige Anziehen sämmtlicher Verbindungsschrauben, wobei der Kitt überall als zusammenhängende Masse ohne Lücken herausdringen muß, bedarf keiner weiteren Erklärung. Bevor nun die vier Deckel geschlossen werden, wird der fertige Dampfschieber in den Schieberkasten, Drosselklappe, Absperrschieber und das eingeschliffene Sicherheitsventil sorgfältig mit Papier umhüllt zur Vermeidung von Beschädigung, in den Cylinder gelegt, darauf Alles geschlossen, die bestoßenen Flantschen ringsherum abgefeilt und geschlichtet und das Ganze in das Magazin abgeliefert.

Zum Belege nun, daß nach dem hiermit vollständig beschriebenen Verfahren und mittelst der beschriebenen Hülfsmittel und Lehren diese Arbeiten außerordentlich schnell und folglich billig gemacht werden können, obgleich nach unserer Ansicht noch mancher Feil- und Schmirgelstrich unnöthiger Weise daran gethan ist, diene die Anführung der Thatsache, daß diese sämmtlichen Schlosserarbeiten an dem sogenannten achtpferdigen Cylinder (eight horse cylinder) der Fabrik von Robey & Co. im Jahre 1868 für den Accordpreis von 25 englischen Schillingen (8 Thaler 10 Silbergroschen) gemacht wurden und daß ein geübter Arbeiter dieselben in durchschnittlich vier Tagen von je $10^1/_2$ Stunde Arbeitszeit vollendet.

Dennoch ist es, wie gesagt, möglich, bei diesen Arbeiten noch Zeit zu sparen, indem man alle nicht nöthigen Arbeiten vermeidet und von den nothwendigen Arbeiten noch manche durch Maschinen verrichten läßt.

Die äußeren Flächen der Flantschen der Stopfbüchseneinsätze gehören offenbar zu denjenigen Flächen, deren Bearbeitung keinen weiteren Zweck als den des guten Aussehens hat. Werden diese Einsätze daher von Gußeisen gemacht, was jetzt schon vielfach geschieht und eine sehr berechtigte Ersparniß an dem theuern Messing ist, so halte man auf sauberen Guß und streiche nachher mit Oelfarbe an. Bei den von Messing hergestellten Stopfbüchsen rechtfertigt sich schon eher eine Bearbeitung dieses Flantsches, damit die Farbe des werthvollen Materials hervortritt, namentlich da Messingflächen auch an der Luft nicht ein so schlechtes Aussehen bekommen, wie die Eisenflächen durch das Rosten.

Bei dem Bearbeiten der Flantschen der Stopfbüchse mit der Hand, erspart man viel an Zeit und Feilen, wenn man für jede Größe derselben ein Paar Lehren von gehärtetem Stahl anfertigen läßt, wonach dieselben mit dem Meißel bearbeitet werden können. Solche Lehren erhalten als äußere Form diejenige des Stopfbüchseneinsatzes und gehören

stets paarweise zusammen, wie Fig. 14 und 15 Tafel 7 zeigt. Die eine derselben hat drei Löcher, von denen das große mittlere mit dem Theil des Stopfbüchseneinsatzes correspondirt, welcher in den Stopfbüchsenhals hineintritt, die beiden andern den für die Stopfbüchsenschrauben im Flantsch gebohrten Löchern entsprechen und zum Vorzeichnen dieser Löcher dienen. Die andere dazu gehörige Lehre hat zwei eingenietete Zapfen, welche durch die Löcher des Flantsches in die Löcher der andern Lehre hineintreten. Wird nun der Flantsch von diesen beiden Lehren, wie in Fig. 15 eingeschlossen, so kann man das Ganze in den Schraubstock spannen und den betreffenden Rand mit sehr geringem Zeitaufwand mit dem Meißel ringsherum abnehmen, worauf der geschickte Arbeiter die Vorfeile nicht mehr anzuwenden braucht, sondern sofort zum Abschlichten schreiten kann. Daß man hierbei somit statt der Feile den Meißel gebraucht, kommt schon in Betracht, noch mehr aber die Zeitersparniß, welche namentlich darin liegt, daß man hierbei nicht nöthig hat, das Arbeitsstück oft aus dem Schraubstock zu nehmen, um zu sehen, wo noch etwas fortzunehmen ist.

In der Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. ist eine eigene Maschine zum Fraisen der Stopfbüchseneinsätze aufgestellt.

Ganz ähnliche Lehren von kreisrunder Form, zwischen welche ein zu bearbeitendes Stück einfach eingespannt wird, verwendet man auch zweckmäßig zur Bearbeitung von Gabelenden und einfachen halbrunden Enden von Stangen, welche sich um einen Bolzen drehen, wie z. B. der Sicherheitsventilhebel, der Kugelstangen des Centrifugalregulators u. s. w.

In der Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co., die wie mehrfach erwähnt, mit Werkzeugmaschinen aller Art vorzüglich eingerichtet ist, beträgt der Accordpreis für die Schlosserarbeiten an dem 8pferdigen Dampfcylinder, dessen Construction mit dem Robey'schen viele Familienähnlichkeit zeigt, nur 18 Schillinge (6 Thaler). Wie niedrig dieser Preis im Vergleich mit unsern Verhältnissen ist, erhellt am besten, wenn man bedenkt, daß 18 Schillinge der Wochenlohn eines gewöhnlichen Arbeitsmannes in derselben Fabrik ist, während der durchschnittliche Wochenlohn eines Schlossers 24 bis 25 Schillinge beträgt. Hiernach müßten bei uns diese Arbeiten für etwa die Hälfte des obigen Satzes zu machen sein, während dem Verfasser deutsche Fabriken bekannt sind, wo für diese Arbeiten in Folge mangelhafter Fabrikeinrichtungen

und geringer Uebung dem Arbeiter das dreifache des obigen Betrages gezahlt wird.

Auf die übrigen Arbeiten zur Herstellung der Details der Locomobile in der Dreherei und Schlosserei näher einzugehen, würde zu weit führen; das gegebene Beispiel giebt ein genügendes Bild von der Organisation des Ganzen und es gehören die beschriebenen Arbeiten zu den wichtigsten. Bevor wir jedoch die Werkstatt verlassen, müssen wir noch einen Blick in die Montirwerkstatt werfen.

Es ist vielfältig ausgesprochen, daß eine Grundplatte das Montiren der Dampfmaschine auf der Locomobile erleichtere. Ganz gewiß ist es, daß der Constructeur, welcher aus diesem Grunde eine Grundplatte anordnet, sich die Schwierigkeiten der Montage ohne Grundplatte d. h. direct auf den Kessel größer vorstellt, als sie in der That sind. Um dies näher zu begründen, soll die Art und Weise der Montage einer Maschine ohne Grundplatte an einem Beispiel gezeigt werden und zwar möge uns der Dampfcylinder, an welchem wir soeben die Schlosserarbeiten beschrieben haben, hierzu wiederum als Beispiel dienen.

Aufgabe der guten Montage ist, dafür zu sorgen, daß die Richtung der Achse des Dampfcylinders einen genauen rechten Winkel mit der Richtung der Kurbelwellenachse bildet. Dabei ist es nicht wesentlich nothwendig, daß die Verlängerung der Achse des Dampfcylinders die Achse der Schwungradwelle an einem Punkt schneidet, es kann dieselbe vielmehr ohne wesentliche Nachtheile für den Gang der Maschine ein wenig darüber hinweg oder darunter durchgehen, wobei selbstverständlich der Abstand nicht nach Centimetern, sondern höchstens nach Millimetern oder Bruchtheilen davon messen darf.

Außerdem ist es nothwendig, daß alle Theile, welche an dem Kessel befestigt werden, genau an die cylindrische Form desselben angepaßt werden. Das letztere mag für denjenigen, welcher sich nicht in der Praxis bewegt hat, schwierig erscheinen, für den Practiker ist es eine Arbeit, welche durchaus nicht zu den schwierigsten zählt und welche unter allen Umständen völlig sicher auszuführen ist.

Nachdem der Kessel in der Montirwerkstatt so aufgestellt ist, daß die äußeren Seitenwände der Feuerbüchse (Kessel von der Locomotivform) im Loth stehen und der Langkessel horizontal, beginnt man sofort gleichzeitig mit der Montirung des Cylinders und des Sattelbocks. Von dem Cylinder werden die hinteren Deckel abgenommen, so daß sowohl Cylinder als auch Schieberkasten hinten offen und zugänglich sind.

Aus beiden werden die darin enthaltenen Theile, Schieber u. s. w. (siehe oben) vorläufig herausgenommen und an einen Platz gebracht, wo sie vor Beschädigungen sicher sind. Ebenso werden die oberen Führungslineale und der Führungsträger einstweilen bei Seite gestellt und der Einsatz der Kolbenstangenstopfbüchse durch einen Conus ersetzt gleich dem schon oben, als von der Bearbeitung der Führungen die Rede war, erwähnten. In das hintere Ende des Cylinders bringt man wieder die bekannte Scheibe mit der Bohrung in der Mitte und stellt Scheibe und Conus wieder so ein, daß sich die lange Richt- oder Montirstange leicht hindurch schieben läßt. Die unteren Geradführungen bleiben an dem vorderen Cylinderdeckel befestigt. Das Ganze wird mit Hülfe eines Flaschenzuges, am besten eines Differentialflaschenzuges an einer um den Cylinder geschlungenen Tauschleife aufgewunden und auf den Kessel gebracht. Ehe man den Cylinder losläßt, wird derselbe auf irgend eine Weise vor dem seitlichen Heruntergleiten vom Kessel geschützt, etwa indem man nach Abnehmen des vorderen Schieberkastendeckels ein Tau mit zwei Ringen an den Enden durch den Schieberkasten der Länge nach hindurch zieht und die Ringe dieses Taues in einem Haken vereinigt, dessen mit Gewinde versehener Stiel durch eine Mutter von einem am Rande des offenen Mannloches befestigten Arm gehalten wird, so daß man durch Anziehen oder Lösen dieser Mutter den Cylinder beliebig höher hinaufziehen oder herunterlassen kann. Jetzt zeigt es sich, wie nothwendig es ist, die Führungen so zu bearbeiten, daß dieselben, wenn lediglich an ihren Sitz am Cylinderdeckel angeschraubt, richtig parallel zur Cylinderachse stehen, denn die unteren Führungsstangen sind es, welche jetzt einen sicheren und bequemen Anhalt bei der Montage gewähren.

Mit Hülfe der Röhrenlibelle (spirit level) wird der Cylinder so auf der Feuerbüchse eingestellt, daß die unteren Führungsstangen der Länge und Quere nach horizontal stehen. Selbstverständlich ist es an sich gleichgültig, auf welchem Punkt der Länge der Feuerbüchse der Cylinder befestigt wird, nur muß irgend ein Maß hierfür festgehalten werden. Ist das Maß der Entfernung von Hinterkante Kessel bis Hinterkante Cylinder gegeben, so fertigt man zweckmäßig einen Winkel an, welcher, wie alle Werkzeuge in der Montirwerkstatt, stets an einem bestimmten Platz hängt, dessen einer Schenkel über die Hinterfläche der Feuerbüchse (nach unserer Nomenclatur nicht zu vergessen diejenige, in welcher sich die Feuerthür befindet) gelegt wird, und dessen anderer

Schenkel so bemessen ist, daß er bei richtiger Lage des Cylinders stumpf gegen dessen Hinterfläche stößt.

Der Sattelbock mit der Schwungradwelle wird dann ebenfalls aufgebracht und so eingestellt, daß

1) die Schwungradwelle genau horizontal liegt, was vermittelst der Libelle geschieht, und

2) die Entfernung von der Mitte der Schwungradwelle bis zur Vorderfläche des Cylinders eine bestimmte ist.

Da die Schwungradwelle selbst nach der Lehre gedreht ist, ihr Durchmesser daher practisch als völlig constant anzunehmen ist, so darf man von der Oberfläche derselben ebenso sicher wie von ihrer Mitte messen. Es ist daher ein Winkel mit einem kurzen und einem langen Schenkel angefertigt. Der kurze Schenkel wird gegen die innere Seite der Schwungradwelle (d. h. der dem Cylinder zugekehrten) gehalten, so daß der lange Schenkel dem Cylinder zugekehrt ist und auf dem vorderen Ende desselben aufliegt. Wenn dann der kurze Schenkel dieses Winkels senkrecht nach unten, der lange horizontal gehalten wird, wovon man sich nöthigenfalls mit der Libelle überzeugt, dann ist die Länge des langen Schenkels so bemessen, daß bei richtiger Entfernung der Schwungradwelle das Ende desselben, oder auch, um dies Instrument für Maschinen verschiedener Größe benutzen zu können, eine Marke auf demselben genau bis zur vorderen Fläche des Cylinders reichen muß, aber nicht etwa bis zur Vorderfläche des Deckels denn die Dicke des Deckels variirt zu sehr, als daß dies einen sicheren Anhalt bieten würde. Die Marken auf dem langen Schenkel des Winkels, wenn deren mehrere zum Gebrauch für Maschinen verschiedener Größe sind, werden jede mit einer deutlichen Zahl und Buchstaben bezeichnet, welche die Anzahl der Pferdestärken der Maschine angeben, für welche die Marke gilt, damit keine Verwechselung stattfinden kann. In unserm Beispiel würde diese Bezeichnung der Marke englisch: 8 HP (eight horse power), deutsch 8 PS (acht Pferdestärken) sein.

Jetzt wird mit der Montirstange die Probe gemacht, ob Cylinderachse und Schwungradwellenachse genau einen rechten Winkel bilden. Unter tausend Fällen wird dies kaum einmal vorkommen, es muß vielmehr nunmehr ein Einrichten beider Theile geschehen.

Die lange Montirstange, welche hierzu benutzt wird, ist nicht massiv, sondern ein dünnwandiges Rohr, am besten von Stahl. Dasselbe muß vollkommen rund, überall von gleicher Dicke und ganz gerade, daher abgedreht oder gezogen sein. Daß dasselbe, trotzdem es

leicht ist, durch sein eigenes Gewicht am freien Ende etwas durchgebogen wird, hindert die völlig sichere Anwendung desselben nicht, so lange es an sich gerade ist. Dasselbe wird, wie oben bei der Untersuchung der Führungslineale, durch Scheibe und Conus in der Achse des Cylinders gehalten und muß sich durch Beides der Länge nach leicht schieben lassen zum Zeichen, daß es gerade ist und die Bohrungen in Conus und Scheibe genau in gerader Linie liegen; dann geschieht die Benutzung desselben derart, daß man, wie Fig. 29 Tafel 7 zeigt, die Kurbel nach einander auf ihre beiden todten Punkte stellt und vermittelst des Tasters untersucht, ob die Stange die Mitte des Krummzapfens in beiden Stellungen der Kurbel trifft oder, was dasselbe sagt, ob die lichte Weite zwischen Stange und Anlauf des Krummzapfens durchaus überall gleich ist. Ist letzteres von vornherein, (wie es der Wahrscheinlichkeit entspricht), nicht der Fall, so werden Sattelbock und Dampfcylinder so lange verschoben, bis es der Fall ist. Mitunter ist man dabei genöthigt, unter die Füße des einen oder des anderen Gußstückes kleine hölzerne Keile zu schieben, um auch die horizontale Lage sowohl der Führungen als auch der Schwungradwelle beizubehalten.

Es ist einleuchtend, daß dieses Verfahren nur dann richtig ist, wenn die Richtstange durchaus gerade ist. In der Praxis kann aber nicht immer wie mit einem rohen Ei damit umgegangen werden und wenn sie auch nicht außer dem Gebrauch schräg in eine Ecke gestellt oder gar so hingelegt wird, daß die Enden derselben aufliegen, während die Mitte frei schwebt, wodurch sie mit der Zeit bleibende Durchbiegungen annehmen könnte, so kann es doch vorkommen, daß sie einmal hinfällt und dadurch lädirt wird. Der erfahrene Monteur überzeugt sich daher, bevor er mit der Stange prüft, von der Richtigkeit derselben, indem er sie, wenn das Ende dem Kurbelzapfen gegenüber steht, von einem Arbeiter am andern Ende leicht um ihre Achse drehen läßt; dabei soll das Ende nicht „schlagen." Ist Letzteres doch der Fall, so ist entweder die Stange unbrauchbar, nämlich wenn das Schlagen einen zu bedeutenden Grad angenommen hat, oder aber es kann, wenn es unbedeutend ist, die Stange dennoch gebraucht werden, wenn dieselbe ebenso, wie beim Ausrichten eines Stückes auf der Drehbank geschieht, mit einem ruhig in der Hand gehaltenen Stück Kreide beim Umdrehen markirt wird, und dann beim Gebrauch stets die markirte Seite nach oben genommen wird. Selbstverständlich muß diese Probe bei beiden Kurbelstellungen vorgenommen werden, weil in

Folge verschiedener Krümmungen die Stange in der einen Stellung in anderer Weise schlagen kann als in der anderen.

Sobald nun Dampfcylinder und Lagerbock die richtige Lage zu einander haben, so erfolgt das Anzeichnen (marking) der Linien, nach welchem die unteren Flächen der beiden Theile bearbeitet werden müssen, damit sie sich genau an den Kesselmantel anschließen. Letzteres muß offenbar bei dem Dampfcylinder der in Rede stehenden Construction sehr genau der Fall sein, denn derselbe soll sich in allen seinen Fugen dampfdicht an den Kessel anschließen.

Dieses Vorzeichnen geschieht entweder mit einem gewöhnlichen Spitzzirkel (compasses) oder mit einem Federzirkel (spring divider) oder mit einem Instrument, welches an den Enden wie ein Fischschwanz (dove tail) gestaltet ist. Ein solches Instrument ist auf Tafel 7 Fig. 30 in natürlicher Größe dargestellt. Es ist jedoch ein Nachtheil, welcher mit der Anwendung dieses Instruments verbunden ist, daß man eine große Auswahl derselben haben muß und oft erst nach langem Suchen dasjenige heraus findet, welches gerade für den vorliegenden Fall paßt. Ein Federzirkel mit sehr gut gehärteten (gelb angelassenen) Spitzen ist vorzuziehen, da man denselben leicht nach Bedürfniß stellen kann.

Auf die geschickte Führung des Instruments beim Vorzeichnen kommt sehr viel an. Dasselbe muß fortwährend horizontal gehalten werden, wie Fig. 31 und 32 zeigen. Würde man dasselbe, von dem höchsten Punkt des Kessels ausgehend, allmählig mehr und mehr neigen, also etwa stets in der Richtung der Tangente an den Kreis halten, so würde man offenbar einen Kreis vorzeichnen, welcher einen um die Weite der Spitzen größeren Radius hätte als der Kessel. Hält man aber das Instrument horizontal, so liegt jeder vorgezeichnete Punkt um die Weite der Spitzen senkrecht über einem Punkt der Kesseloberfläche und zwar demjenigen, auf welchem die untere Spitze ruhte in dem Moment als die obere Spitze den betreffenden Punkt markirte. Es kann hiernach das Ganze um die Weite der Spitzen gesenkt werden, nachdem Alles bis zur vorgezeichneten Linie fortgenommen ist und muß nach erfolgter Senkung folgerichtig jeder Punkt auf dem Kessel aufsitzen. Vorder- und Hinterfläche des Cylinders müssen stets mit derselben Spitzenweite vorgezeichnet werden, während man zum Vorzeichnen des Sattelbocks nach Umständen zwei verschiedene Spitzenweiten für Vorder- und Hinterfläche nehmen kann.

Die Figuren 31 und 32 Tafel 7 stellen zwei verschiedene Fälle

eines vorzuzeichnenden Sattelbockes dar. Der noch vorhandene Raum zwischen Kessel und Arbeitsrippen des Sattels ist in beiden Figuren geschwärzt und zwar unterscheiden sich die beiden Figuren so, daß der Radius der Curve, nach welcher Sattel Fig. 31 gekrümmt ist, kleiner, in Fig. 23 größer als der Kesselradius ist, daß daher, wie man sieht, in Fig. 31 blos die äußeren Enden anliegen, in Fig. 32 aber die Mitte anliegt, während an den Enden kleine Holzkeile untergebracht sind. Ein Uneingeweihter wird nun nach dem ersten Anblick schließen, daß der Sattel Fig. 32 besser passe als der Sattel Fig. 31. Dem ist jedoch nicht so, wie man sofort sieht, wenn man die geschwärzten Flächen der beiden vergleicht, welche das fortzunehmende Eisen bezeichnen. Bei dem Sattel Figur 31 ist nur sehr wenig fortzunehmen, während bei Fig. 32 sehr viel fortzumeißeln ist.

Daher ist darauf zu sehen, daß das betreffende Modell so gestaltet wird, daß der fertige Guß einen um ein wenig kleineren Radius zeigt und nicht einen größeren als den Radius des Kessels. Hiernach ist auch die oben gegebene Notiz verständlich, daß es für die Montage besser sei, wenn am Dampfcylinder der Winkel d Tafel 6 Fig. 1 etwas zu groß ist, als wenn er zu klein ist, denn im letzteren Falle würden die Enden der Füße des Dampfcylinders wie bei dem Sattel Fig. 32 in der Luft schweben.

Nach der vorgezeichneten Linie müssen nun Cylinder und Sattel bearbeitet werden und zwar geschieht dies in der genannten Fabrik lediglich mit dem Meißel. Zunächst wird überall die äußere Kante bis zur vorgezeichneten Linie mit dem Meißel „gebrochen" d. h. unter einem Winkel von ca. 45 Grad abgestumpft und zwar einmal, weil die Linie sich während der Bearbeitung leicht verwischen kann und zweitens, damit der Monteur beim Meißeln später nicht nöthig hat, fortwährend inne zu halten, um sich nach der an der Seite befindlichen Linie zu richten. In Figur 9 Tafel 6 ist der Dampfcylinder so gezeichnet, wie der Monteur ihn hinlegt, um die Arbeitsrippen zu bemeißeln. Davon sind zwar nur die äußeren an den beiden Enden des Cylinders befindlichen Rippen vorgezeichnet, doch kann man nach diesen beiden alle dazwischenliegenden mit Hülfe des Lineals bearbeiten Zu bemerken ist, daß die Arbeitsrippen nicht so bemeißelt werden, daß sie ihrer ganzen Breite nach auf dem Kessel aufliegen, sondern so, daß nur die äußere Kante derselben anliegt, wie Fig. 33 Tafel 7 zeigt. Dadurch wird die Mennigeverpackung besser gehalten und man hat

13*

außerdem den Vortheil, daß, wenn nach dem ersten Abmeißeln der Cylinder noch nicht genau passen sollte, man nur mit der Feile sehr leicht ein wenig fortnehmen kann, um den vollständigen Anschluß zu erzielen.

Sind Cylinder und Sattel gemeißelt, so bringt der Monteur beide wieder auf und richtet sie wieder nach der Stange ein, dann werden die Löcher auf dem Kesselblech für die Befestigungsbolzen vorgezeichnet. Nur wenn der Arbeiter sehr ungeschickt markirt und gemeißelt hat, kann es nothwendig sein, das Verfahren vor dem Anzeichnen der Löcher noch einmal zu wiederholen; die geringen Differenzen, welche in der Regel noch statthaben, gestatten das Vorzeichnen der Löcher ohne Bedenken.

Das Dampfeinströmungsrohr sowohl wie auch das Dampfausströmungsrohr markiren sich von selbst durch den dem Guß im Innern anhaftenden Sand, der auf die betreffenden Stellen fällt, wenn man lose mit dem Hammer auf den Cylinder klopft. Die Bolzenlöcher werden angekörnt und dann durch einen Arbeitsmann mit der Bohrknarre (ratchet drill) gebohrt, das viereckige Loch für die Dampfeinströmung haut der Monteur mit dem Kreuzmeißel ein, das Loch für das Dampfausströmungsrohr wird klein vorgebohrt und dann zu seiner vollen Größe mit dem Centrumbohrer (centre bit) ausgefraist. Den Löchern für die Schraubenbolzen wird der Grad der inneren Kante mit Hülfe eines scharfen hakenförmigen Stahles genommen und zwar hauptsächlich auf den beiden Seiten, an welchen vermöge der Cylinderform des Kessels der Bolzenkopf zuerst anliegen würde.

Dann wird ein Stück des Ausströmungsrohres mit einem Knie zum weiteren Anschluß versehen und in der Oeffnung im Kessel befestigt in der Art, wie Fig 2 Tafel 6 zeigt, nämlich, daß das Ende mit Gewinde versehen und ein Ring darauf geschraubt wird, dann um das Gewinde oberhalb des Ringes Werg und Mennige gebracht, das Rohr durch das Mannloch eingeführt und von unten durch die Oeffnung des Kessels durchgesteckt, worauf endlich außen ein zweiter Ring vermittelst der Rohr- oder Ringzange aufgeschraubt wird. Damit der dichte Schluß überhaupt wahrscheinlich werde, mußte der Rand des Loches oben eben gefraist sein, da der gerade Ring an dem gebogenen Kesselblech nicht dicht schließen kann.

Jetzt wird Dampfcylinder und Sattel zum dritten Male aufgebracht, um zu sehen ob alle Bolzen passen, der Sattel auch gleich mit seinen Bolzen einigermaßen festgeschraubt, der Cylinder jedoch noch

einmal hoch genommen und im Flaschenzug schwebend erhalten bis man auf dem Kessel die zu dichtenden Stellen mit den bekannten Mennigestreifen sorgfältig belegt hat. Die Bolzen werden dicht unter dem Kopf mit Werg und Mennige bekleidet, ein Arbeitsmann steckt sie von innen durch, nachdem der Cylinder auf seine Stelle gesenkt ist, und der Monteur schraubt die Muttern zunächst lose mit den Fingern an.

Die Bolzen, welche den Sattel befestigen, werden von einem Knaben von innen durchgesteckt, der in den Kessel durch das Mannloch hineinkriecht. Da in dem Kessel oberhalb der Siederohre nicht Platz ist, daß dieser Knabe sich umdrehen kann, so muß er rückwärts wieder herauskriechen und auf diesen Fall mit seiner Kleidung Bedacht nehmen, damit nicht beim Zurückkriechen sein Zeug durch die Kante des Mannloches aufgerollt wird und ihn am Herauskommen hindert.

Abermals werden nun Schieber, Conus und Richtstangen zu Hülfe genommen und die gegenseitige Lage von Cylinder und Schwungradwelle controlirt, während die Muttern nach und nach angezogen werden.

Hiernach ist nun noch eine Arbeit vorzunehmen, welche auf den ersten Blick schwierig erscheinen mag, nämlich die Befestigung des Führungsträgers auf dem Kessel. Hierzu wird folgendes einfache Verfahren eingeschlagen, wobei die unteren Führungslineale, welche, wie oben erwähnt, so an den Knaggen des vorderen Cylinderdeckels angepaßt sind, daß sie zur Cylinderachse richtig stehen auch ohne am anderen Ende befestigt zu sein, als Richtschnur dienen. Zu bemerken ist, daß wenngleich dieselben horizontal stehn, doch leicht der Fall eintreten kann, daß sie etwas seitliche Bewegung zulassen. Ist dies der Fall, so werden sie zunächst nach der Richtstange und der Schraubenlehre (Tafel 7, Fig. 22) auch seitlich richtig eingestellt. Dann legt man auf die Enden zwei Stücke von genau gleicher Dicke, z. B. zwei Stücke eines zerbrochenen gedrehten Kolbenringes, die zwischen zwei Richtplatten genau auf gleiche Dicke bearbeitet sind, und setzt den Führungsträger so auf, daß derselbe, übrigens in richtiger Lage, sich so hoch befindet, daß seine Befestigungsrippen über der Kesselwandung freischweben. Dann wird mit einem Fischschwanz der oben beschriebenen Art, dessen Spitzenweite gleich der Dicke der zwischengelegten Stücke ist, in bekannter Weise vorgerissen, danach und mit Hülfe des Lineals die Rippen bearbeitet und der Führungshalter an seine Stelle gebracht. Diese Methode ist so sicher, daß in den meisten Fällen nach einmaliger Bearbeitung das in Rede stehende Stück genau paßt, ohne der Nach-

hülfe mit der Feile zu bedürfen. Jetzt werden die beiden vorderen Deckel an Cylinder und Schieberkasten endgültig mit Mennige verpackt.

Nachdem der Führungsträger befestigt ist, wird der fertige Kreuzkopf auf die unteren Führungen gelegt, die oberen Führungen aufgeschraubt, der Kolben eingebracht und die Kolbenstange vermittelst des Keiles in der Hülse des Kreuzkopfes befestigt. Das Einbringen des Dampfkolbens geschieht in bekannter Weise, indem durch Schrauben zusammengehaltene Bänder um die Federn gelegt und letztere dadurch zusammen gedrückt werden; wird dann der Kolben mit einem hölzernen Hammer hineingetrieben, so bleiben diese Bänder zurück und fallen herunter, wenn der Kolben ganz in den Cylinder eingedrungen ist. Beim weiteren Hineintreiben muß das vordere conische Ende der Kolbenstange leicht in das conische Loch der Kreuzkopfhülse eindringen zum Zeichen, daß Alles richtig montirt und zusammengepaßt ist.

Von den nun noch übrigen Arbeiten sind nur einzelne der Beachtung werth.

Das Vorzeichnen der Befestigungsflantsche der Speisepumpe, welche seitlich am Kessel angeschraubt wird, geschieht wie das Vorzeichnen von Sattel und Cylinder mit Hülfe des Fischschwanzes oder Federzirkels, jedoch mit dem Unterschiede, daß die Verbindungslinie der Spitzen des Instruments stets horizontal bleiben muß, statt wie bei jenen Theilen senkrecht.

Allgemein könnte man sagen, daß beim Vorzeichnen irgend eines Stückes, welches an irgend einer Stelle des Kessels befestigt werden soll, das vorzeichnende gabelförmige Instrument so geführt werden muß, daß die Verbindungslinie seiner Spitzen bei der Bewegung stets ihrer anfänglichen Lage parallel bleibt, nicht aber etwa stets radial gestellt wird.

Das gewöhnliche Excentric der Robey'schen Locomobile ist auf Tafel 7 Fig. 4 und 5 dargestellt, mit dem Unterschiede, daß dasselbe in Wirklichkeit das halbrunde Profil, wie in Fig. 2, zeigt. Dasselbe ist, wie Fig. 4 und 5 erkennen lassen, nicht aufgekeilt, sondern durch Schlitz und Stellschraube gehalten. Das in dieser Fabrik übliche Verfahren zum Vorzeichnen des Schlitzes im Excentric und des Stellschraubenloches auf der Schwungradwelle ist folgendes:

Nachdem das Excentric ausgebohrt und auf die abgedrehte Welle aufgesteckt ist, wird die letztere auf einem Tisch so unterstützt, daß das Excentric frei gedreht werden kann und die Welle horizontal liegt. Dann wird das Excentric in die richtige Entfernung von der Mitte

des Kurbelzapfens geschoben, welche Entfernung gleich derjenigen von Mitte Kolbenstangen= bis Mitte Schieberstangenstopfbüchse ist, und welche bei jeder Maschine genau gemessen werden muß. In dieser Stellung werden die Enden desselben auf der Schwungradwelle angerissen, so daß man diese Stellung stets wieder zu finden im Stande ist. Nun wird die Kurbel horizontal d. h. auf einen ihrer todten Punkte gestellt und eine Richtplatte auf den Tisch unter das Excentric gelegt und horizontal eingestellt. Das Excentric wird bei der in Rede stehenden Maschine so adjustirt, daß die Oeffnung des Dampfcanals bei der Stellung der Kurbel auf dem todten Punkte gleich Null ist d. h. also, daß der Schieber von seiner äußersten Stellung um das Maß der äußeren Deckung (outside lap) zurückgegangen ist. Um dasselbe hiernach vorzuzeichnen, wird das Excentric zunächst so gedreht, daß die Excentricität der Kurbel gerade entgegengesetzt steht, was man dadurch erfährt, daß man einen Winkel auf die Richtplatte setzt, mit dem einen Schenkel aufrecht gegen das Excentric gedrückt und diesen soweit wie möglich von dem Excentric schieben läßt. Den Punkt, in welchem sich der Fuß des Winkels dann auf der Richtplatte befindet, markirt man mit der Reißnadel auf derselben. Dreht man das Excentric dann um so viel, daß sich der Winkel ihm um die äußere Deckung des Schiebers nähern läßt, so ist dies eine der gesuchten Stellungen des Excentrics. Die andere, welche dem Rückwärtsgang der Maschine entspricht, findet man, indem man das Excentric wieder zurückdreht, wobei der Winkel wieder in seine äußerste Stellung geschoben wird, und dann in dieser Richtung weiter bis sich der Winkel wieder um die Größe der äußeren Deckung nähern läßt. Wird auf der Welle nun an irgend einer Stelle ein Längsstrich bis dicht an das Excentric gezogen und in jeder der beiden gefundenen Stellungen auf den nabenförmigen Ansatz des Excentrics übertragen, so ergiebt sich das Uebrige leicht. Denn diese beiden radial gezogenen Linien auf der Endfläche der Nabe des Excentrics haben den Abstand und die Richtung der Mittellinien zweier Löcher, welche von dem Durchmesser der Weite des Schlitzes gebohrt werden müssen, um die halbrunden Enden des Schlitzes zu bilden. Die Mittellinie des Schlitzes wird mit der Reißnadel eines auf die Richtplatte gesetzten Parallelreißers unter Drehung des Excentrics angezeichnet (auf der Mitte der Länge des nabenförmigen Ansatzes), auf dieser Mittellinie die Mittelpunkte der Endlöcher durch Uebertraguug mittelst des Parallelreißers von den gezogenen radialen Linien gefun=

den, um diese Mittelpunkte Kreise vom Halbmesser der halben Schlitzbreite geschlagen und durch Anzeichnen der Seitenlinien des Schlitzes mittelst des Parallelreißers das Vorzeichnen des Schlitzes vollendet und das Ganze angekörnt. Die Endlöcher des Schlitzes werden dann zunächst radial gebohrt, dann der Schlitz selbst auf der Nuthenstoßmaschine fertig gemacht und schließlich das Excentric wieder auf die Welle gebracht, um das Loch für die Stellschraube anzuzeichnen, womit man zugleich eine Probe der Richtigkeit des Schlitzes verbindet. Stellt man nämlich das Excentric nach einander in die beiden markirten Stellungen und reißt in jeder Stellung das Ende des Schlitzes auf der Welle in Gestalt eines Halbkreises an, so müssen sich diese bei den Halbkreise genau zu einem Kreise vervollständigen, welcher das vorgezeichnete Loch für die Stellschraube ist.

Im Laufe der weiteren Montage wird nun die Länge der Schieberstange so bemessen, daß der Schieber beim Arbeiten der Maschine also nach Erhitzung des Kessels, symmetrisch arbeitet. Da der Schieberkasten in unserm Beispiel keinen Deckel an der Seite hat, so muß man sich hierbei eines gebogenen Drahtes bedienen, dessen umgebogenes Ende flach keilförmig ausgehämmert ist und mittelst dessen man sich von der Größe der Oeffnung des vorderen Schiebercanals überzeugen kann, wenn die Kurbel auf den todten Punkt vom Cylinder abgekehrt gestellt wird. In dieser Lage der Kurbel wird der Schieber unseres Beispiels so regulirt, daß die Oeffnung des vorderen Dampfcanals so viel beträgt, wie die Ausdehnung des Kessels.

Wir unterlassen es, hier auf diesen Gegenstand specieller einzugehn, da wir später in der Lage sein werden, auf Grund genauer Untersuchungen über die Schieberbewegung das beste Verfahren zur Regulirung des Dampfschiebers zu bezeichnen.

Die übrigen Arbeiten der Montage, als: Anbringung der gesammten Armaturgegenstände, Aufpassen des gußeisernen Schornsteinuntersatzes auf die Rauchbüchse, Verpacken der Cylinder- und Schieberkastendeckel und der Stopfbüchsen, Anbringung des Absperrhebels oder sogenannten Handregulators u. s. w. bilden keinerlei Schwierigkeit.

Die sämmtlichen Arbeiten der Montage werden von einem Monteur in der genannten Fabrik unter nur zeitweiliger Hülfe eines Arbeitsmannes und eines Knaben (1 Arbeitsmann und 1 Knabe auf sechs Monteure) in einer Woche gemacht und beträgt der Accordpreis für dieselben zwei Pfund Sterling.

Dem Verfasser ist eine deutsche Maschinenfabrik bekannt, welche neben vielen anderen Dingen auch Locomobilen baut, in welcher der Accordpreis für das Montiren einer Locomobile anfänglich 40 Thaler betrug und später auf 30 Thaler herabgesetzt wurde, ein Preis, welcher, wenn man die Lohnsätze zwischen hier und England vergleicht, das vierfache des dort gezahlten Preises beträgt.

Der Umstand, daß trotz der geringen Arbeitslöhne Deutschlands die Arbeiten an Locomobilen in Fabriken, welche sich nicht speciell mit dem Locomobilenbau beschäftigen, doppelt so hoch bezahlt werden als in England, ist allein Erklärung genug dafür, daß die Engländer uns nach wie vor ihre Locomobilen zu hunderten jährlich senden, trotz der erwachenden deutschen Concurrenz.

Die vorstehende Beschreibung der Arbeiten am Dampfcylinder und der Montage mußten an ein bestimmtes Beispiel geknüpft werden, denn es ist selbstverständlich, daß dieselben bei veränderter Construction nothwendige Veränderungen erleiden. Es wird jedoch in der Praxis ein Leichtes sein, solche Veränderungen anzugeben und hat man in den mitgetheilten Accordpreisen namentlich einen guten Anhalt zur Vergleichung, ob die durch Modification in der Construction bewirkten Veränderungen im Arbeitsgange denselben vertheuern oder eine Ersparniß ermöglichen. Es wurde schon oben hervorgehoben, daß bei der Construction der Locomobilen die Rücksicht auf Billigkeit der Herstellung ganz bescheiden in den Hintergrund treten muß, daß aber nach Feststellung der Construction, bei der Fabrication die Kostenfrage in sofern in den Vordergrund treten muß, als man auf alle Weise durch Arbeitstheilung und Anschaffung von Hülfsmitteln die Arbeit zu erleichtern suchen muß. Dadurch gewinnt zugleich die Güte der Arbeit.

Um hieran noch einige allgemeine Bemerkungen zu knüpfen, sei bemerkt, daß die Bearbeitung der Schiebercanäle mit dem Meißel wie oben beschrieben, bei weitem hinter derjenigen zurücksteht, nach welcher diese Canäle gefraist oder mit der Nuthenstoßmaschine bearbeitet werden. Denn nur dadurch ist es möglich, die Canäle im Innern nahe der Mündung genau rechtwinklig zur Grundfläche des Schiebers zu bearbeiten, was deshalb nothwendig ist, damit bei eintretender Abnützung die Schiebercanäle nicht unrichtig werden.

Dagegen verdient das Anpassen der Führungsstangen, wie oben beschrieben, die höchste Beachtung, da dasselbe hierdurch außerordentlich erleichtert und mit großer Genauigkeit ausgeführt wird.

Ebenso ist die Montage mit der Richtstange von großem Werth. Bei dem gewöhnlichen Verfahren mit Hülfe einer in der Achse des Cylinders gespannten Schnur ist der Uebelstand vorhanden, daß man jedes Mal, wenn der Cylinder verschoben wird, die Schnur von Neuem einrichten muß, während die Stange mit dem Cylinder verbunden bleibt und jede Bewegung desselben ohne Weiteres mitmacht. Wendet man daher die Stange bei der Montage an, so ist es ganz überflüssig, die Schwungradwellenlager besonders zu gießen und an den Sattelbock anzuschrauben, während umgekehrt bei dem gewöhnlichen Verfahren der Montage das Letztere vorzuziehen ist, damit man zunächst den Cylinder sowie den Sattelbock nach der fest gespannten Schnur befestigen kann und dann noch im Stande ist, vermittelst der Lager der Schwungradwelle die richtige Lage zu geben.

Die Bearbeitung der unteren Flächen resp. Arbeitsrippen des Cylinders und des Lagerbockes und sonstiger am Kessel zu befestigender Theile kann statt mit dem Meißel, auch auf der Hobelmaschine nach der vorgezeichneten Linie geschehen. Jedoch ist es gut, diejenigen Arbeitsrippen, welche dampfdicht an den Kessel anschließen sollen, noch nachträglich etwas schräg abzumeißeln wie Fig. 33 Tafel 7 zeigt, weil die Mennigeverpackung dadurch besser gehalten wird.

Herr R. Wolf, Buckau-Magdeburg theilt über die Montage seiner Locomobile uns Folgendes mit:

Bei der Montage der Maschine, die sehr einfach und sicher zu bewerkstelligen ist, wird folgendermaßen verfahren. Nachdem auf dem Kessel die Mittellinie vorgerissen ist und das Loch, das vom Cylinder bedeckt wird, eingehauen ist, wird letzterer, im Uebrigen fix und fertig bearbeitet, an betreffender Stelle aufgesetzt und durch schwache Keile nach allen Richtungen in die Wage gebracht. Mittelst Parallelreißer wird nun markirt, wie die untere Fläche der Flantsche zu bearbeiten ist und wird diese Bearbeitung auf der Hobelmaschine vorgenommen. In gleicher Weise wird mit dem Sattel, welcher die Schwungradwellenlager trägt und aus einem Stück besteht, verfahren und Dampfcylinder wie Sattel provisorisch aufgeschraubt. Die fertigen Schwungradwellenlager ergeben, wie viel an ihren Sitzen abzuhobeln ist, ebenso die gehobelte Grundplatte, die auf den Traglappen des Cylinderdoms einerseits, und auf den Knaggen des Sattels aufzulegen, andererseits mit dem Sattel zu verbinden ist, bei provisorischer Auflage, wie viel von den Knaggen abzunehmen ist, um der Grundplatte eine ho-

rizontale Lage zu geben. Ist diese erreicht, so paßt auch Geradführung und Pumpe, die bekanntlich zugleich Führung für die Schieberstange bildet. Nun wird Dampfcylinder und Sattel aufgenietet und ergiebt sich der Rest der Arbeiten von selbst.

Ob nicht auch hierbei die obenbeschriebene Richtstange mit Vortheil zu verwenden sein würde, und jedenfalls bei Anwendung derselben die Lager der Schwungradwellen mit dem Bock in einem Stück gegossen sein könnten, steht dahin.

Der technische Leiter einer Locomobilenfabrik darf es nicht verschmähen, auch auf die scheinbar unbedeutendsten Dinge sein Augenmerk zu richten. Als hierauf bezüglich soll hier zum Schluß eines Umstandes Erwähnung geschehen, gegen welchen in vielen Fabriken gesündigt wird, er betrifft die Anfertigung der Schrauben und Schraubenmuttern:

Erstens müssen alle Schraubenmuttern (nuts) und Schraubenköpfe (bolt heats), welche Schrauben von demselben Durchmesser angehören, für eine und dieselbe Schlüsselweite passen. Daraus folgt, daß diejenigen Schraubenmuttern, welche bearbeitet werden sollen, ursprünglich stärker geschmiedet werden als diejenigen, welche roh bleiben, nicht aber alle Muttern gleich stark geschmiedet und dann zum Theil bearbeitet werden. Uebrigens gehört das Bearbeiten der Seitenflächen der Muttern zu denjenigen Arbeiten, die in den meisten Fällen ohne Nachtheil unterbleiben, wogegen das Abdrehen der Endflächen der Muttern stets geschehen sollte.

Zweitens muß das Gewinde (thread) in allen Muttern und auf allen Bolzen so ausgeschnitten werden, daß zwei gleichen Durchmessers stets mit den Fingern zusammengeschraubt werden können, nicht aber so schwer gehen, daß der Arbeiter stets mit dem Schlüssel arbeiten muß. Das Zurückdrehen von Muttern unter Umständen dadurch verhüten zu wollen, daß man dieselbe schwer passend auf den Bolzen schraubt, ist nicht zuläßig, dazu muß stets Contre-Mutter oder Splint dienen. Nichts verursacht für den Arbeiter einen ärgerlicheren Zeitaufwand, als das Aufschrauben der Muttern, welche schwer gehen. Kommt der erste Fehler hinzu, daß der Schraubenschlüssel nicht paßt, so muß der Arbeiter zum Universalschlüssel greifen, mit dem es sich bekanntlich noch langsamer arbeitet als mit dem gewöhnlichen Schlüssel, und Niemand kann es ihm verdenken, wenn er in helle Verzweiflung dabei geräth, zumal

bei Accordarbeiten. Die Folge ist, daß der Arbeiter, der hierauf seine Zeit verschwenden muß, dieselbe bei anderen Arbeiten zu sparen sucht, welche zu ihrer sorgfältigen Ausführung der Zeit bedürfen.

Werden in einer Fabrik nicht nur neue Maschinen gebaut, sondern kommen auch ältere daselbst zur Reparatur, so findet man an den letzteren in der Regel die Muttern durch Rost, der sich gebildet hat, schwer auf den Bolzen gehend. Dann erspart man viel Zeit, wenn man eine Brustleier (brace) besitzt, so eingerichtet, daß dieselbe statt des gewöhnlichen, vierkantigen Loches zum Einsetzen von Stahlinstrumenten, eine Hülse mit sechskantigem Loch enthält, welche etwas conisch gearbeitet sein darf. In einer Reparaturwerkstatt sollte außer einem Satz solcher Brustleiern auch stets ein Satz Kreuzschlüssel (bock spanner) vorhanden sein, um Muttern, welche so versteckt liegen, daß man mit einem gewöhnlichen Schraubenschlüssel nicht ankommen kann, damit lösen zu können.

Soviel über die Fabrication der Locomobilmaschine, wir wenden uns nun zu der

Berechnung der Locomobilmaschine.

Nachdem im Obigen die Constructionsformen und die Fabrication der Locomobilmaschinen hinreichend besprochen sind, um die leitenden Principien erkennen zu lassen, welche dabei zu Grunde gelegt werden müssen, wenden wir uns nunmehr zur Berechnung der einzelnen Theile und zwar beginnen wir mit dem wichtigsten, dem Dampfcylinder mit der Schiebersteuerung.

Die Leistung einer Dampfmaschine wird bekanntlich nach Pferdestärken bemessen, deren Größe in den verschiedenen Ländern nach den verschiedenen daselbst gebräuchlichen Maßen um etwas abweicht. Die bisher in Preußen gebräuchliche Pferdestärke zählt 480 Fußpfund pro Secunde, die französische 75 Meterkilogramme pro Secunde, die englische 550 Fußpfund (footpounds) pro Secunde. Da im norddeutschen Bunde mit dem Jahre 1872 das Metermaß obligatorisch eingeführt wird, so wird naturgemäß damit auch die Pferdestärke von 75 Meterkilogramm an die Stelle der früheren treten, zumal da die alte preußische Pferdestärke nur unbedeutend größer, nämlich 75,32 Meterkilogramm ist.

Bezeichnet:

F den Inhalt des Dampfkolbens in Quadratcentimetern,

f den Querschnitt der Kolbenstange,

p_n die mittlere nutzbare Dampfspannung auf derjenigen Seite des Dampfcylinders, auf welcher sich die Kolbenstange befindet, während eines ganzen Kolbenschubes in Kilogramm pro Quadratcentimeter,

$\mathfrak{p}_n$ denselben Werth für die andere Seite des Dampfcylinders,

l den Kolbenhub in Metern,

u die Anzahl der Umdrehungen pro Minute, mithin $2\,\frac{n}{60} = \frac{n}{30}$ die Anzahl der einfachen Kolbenhübe pro Secunde, endlich

$l\,\frac{u}{30}$ den Kolbenweg in Metern pro Secunde,

so drückt sich die Leistung der Maschine für einen Kolbenweg ohne Rücksicht auf Reibungsverhältnisse durch die höchst einfache Formel aus:

$$F \,.\, p_n \,.\, l \,.\, \frac{u}{30} \text{ Meterkilogramm pro Secunde.}$$

Das ist Kolbenquerschnitt multiplicirt mit der mittleren nutzbaren Dampfspannung mal dem Weg des Kolbens pro Secunde und für die andere Seite des Kolbens, wenn wir den Querschnitt der Kolbenstange in Abrechnung bringen.

$$(F - f)\, \mathfrak{p}_n \,.\, l \,.\, \frac{u}{30}$$

daher im Mittel

$$[F\, p_n + (F - f)\, \mathfrak{p}_n] \,.\, l \,.\, \frac{u}{60}$$

oder wenn wir die mittleren Spannungen p_n und $\mathfrak{p}_n$ auf beiden Seiten des Cylinders gleich voraussetzen.

$$[F - {}^1\!/_2 f] \,.\, l \,.\, \frac{u}{30} \,.\, p_n$$

So einfach diese Formel nun auch aussieht, so führt dieselbe doch zu sehr weitläufigen Rechnungen, sobald man ernstlich daran geht, sie benutzen zu wollen. Während nämlich die Größen F, l, u leicht bestimmbar sind, so läßt sich der Werth von $\mathfrak{p}_n$ nur finden, wenn man eine genaue Kenntniß von der in jedem Augenblick im Dampfcylinder vorhandenen Dampfspannung hat, welche namentlich außer von der Kesselspannung auch von der Art abhängig ist, wie der Dampf in Folge der Schieberbewegung in dem Cylinder zur Wirkung kommt. Berück-

sichtigt man endlich, daß der Werth unserer Formel nur die Leistung oder Arbeit angiebt, welche der Dampf im Cylinder ausübt, nicht aber diejenige Arbeit, welche vom Kolben durch Kolbenstange, Kreuzkopf und Pleuelstange auf die Schwungradwelle übertragen wird und welche demnach an der Riemscheibe der letzteren disponibel ist, so ist es einleuchtend, daß von der Aufstellung der obigen Formel bis zur Berechnung der wirklichen Leistung der Dampfmaschine, welche man mit Hülfe eines Bremsversuches findet und welche beim Betriebe einer Arbeitsmaschine auf letztere übertragen werden kann, noch ein weiter Schritt ist.

Die von einer Dampfmaschine auf die Arbeitsmaschine übertragene Leistung muß stets kleiner sein als die vom Dampf im Cylinder verrichtete Arbeit, kleiner um die Arbeit der Reibung der übertragenden Theile und um die Arbeit, welche andere bewegte Theile der Maschine z. B. der Dampfschieber und die Speisepumpe für sich in Anspruch nehmen.

Zum Unterschied von der Arbeit, welche der Dampf im Dampfcylinder verrichtet, soll jene Arbeit, welche auf die Arbeitsmaschine wirklich übertragen wird, mit dem Namen Bremspferdestärken (dynametrical horse power) oder wirkliche Pferdestärken bezeichnet werden und soll unsere erste Aufgabe sein, die Leistung des Dampfes im Cylinder einer Locomobilenmaschine in einer Weise zu ermitteln, wie es für die Praxis am Einfachsten und hinreichend genau geschehen kann.

Wir setzen hierbei die Kenntniß des I n d i c a t o r s voraus, eines Instrumentes, dessen man sich zur Ermittelung der Dampfarbeit in einer Maschine auf dem Prüfungswege bedient. Der „Indicator", das von allen Prüfungsmitteln der Dampfmaschine bemerkenswertheste Instrument, ist bekanntlich schon im Princip von Watt erfunden und wird heute namentlich in der für den Gebrauch besonders sicheren und bequemen Form nach Richards angewandt. Wir verweisen diejenigen, welchen die Kenntniß dieses Instrumentes mangelt, auf das im Verlage von R. Gärtner in Berlin erschienene Werk „der Indicator und seine Anwendung mit besonderer Berücksichtigung des Indicators nach Richards" von P. Rosenkranz, welches in leichtfaßlicher Form die Beschreibung und die Prüfungsweise mit diesem Instrument behandelt. Der Indicator bringt den ganzen Verlauf der Dampfwirkung im Dampf-Cylinder zu Papier in Gestalt einer continuirlichen Curve, welche man mit dem Namen Indicatordiagramm belegt hat und welche gestattet,

die Vorgänge im Innern des Dampfcylinders, wie sie während der Arbeit wirklich stattfinden, genau zu ersehen.

Die Wirkung des Dampfes im Dampfcylinder ist namentlich abhängig von der Art der Schiebersteuerung. Kennt man die Natur der letzteren genau, so kann man sich leicht und mit einer für die Praxis hinreichenden Genauigkeit von vornherein über die Dampfwirkung Aufklärung verschaffen. Man muß jedoch berücksichtigen, daß Resultate, welche man mit Hülfe der Zugrundelegung der Construction der Schiebersteuerung gewinnt, nur dann mit der Wirklichkeit übereinstimmen werden, wenn die Ausführung eine möglichst vollkommene ist. Wenn der Dampfschieber nicht schließt, wenn die Mündungen der Dampfcanäle nicht genau gerade und scharfe Kanten besitzen oder wenn diese Kanten nicht genau parallel mit den Kanten des Dampfschiebers sind und bei dessen Bewegung bleiben, kurz wenn die Ausführung der Steuerung eine nachlässige ist, dann wird alle Vorausberechnung zu Schanden.

Die Schiebersteuerung, welche bereits vielfach in gründlicher und gediegener Weise besprochen wurde, ist und bleibt einer der wichtigsten Theile der Dampfmaschine, wenn nicht der wichtigste von allen. Hierdurch mag es gerechtfertigt erscheinen, wenn im Gegenwärtigen dieser Gegenstand noch einmal besondere Berücksichtigung findet, zumal da es sich noch neuerdings gezeigt hat, daß die Principien der Steuerung in ihrer einfachsten Form, der Steuerung mit einem Schieber selbst von Technikern, welche als Autorität gelten wollen, durchaus nicht vollständig begriffen sind. Bei Gelegenheit der Besprechung der Schwarzkopf'schen Locomotive in der Zeitschrift „Engineering“, welche unter den technischen Zeitschriften Englands den ersten Rang einzunehmen behauptet, wurde dem Constructeur derselben vorgeworfen, daß die Länge der Dampfcanäle bei dieser Maschine zu groß sei und daß dadurch eine Dampfverschwendung hervorgerufen werde, während doch u. a. Zeuner in seinem trefflichen Werke „die Schiebersteuerungen“ bewiesen hat, daß für Steuerungen mit einem Schieber der Raum in den Dampfcanälen, welchen man in Gemeinschaft mit dem Spielraum, welcher zwischen Dampfkolben und Cylinderdeckel am Ende des Hubes stattfindet, mit dem Namen des „schädlichen Raumes“ belegt hat, *eine gewisse Größe haben muß*, wenn die Steuerung vortheilhaft arbeiten soll und daß, wo Expansionssteuerungen mit *einem* Schieber nicht zufriedenstellend arbeiten, der Grund oft in dem Umstande zu suchen sei, daß der schädliche Raum eher *zu klein* als *zu groß* sei.

Die Anordnung des Steuermechanismus (valve gear) selbst kann nach Dem, was oben darüber gefragt ist, als hinreichend bekannt vorausgesetzt werden, daher hierüber Nichts hinzugefügt werden soll, nur die dabei vorkommenden technischen Ausdrücke sollen kurz in Erinnerung gebracht werden.

Auf der Schwungradwelle sitzt das Excentric oder die excentrische Scheibe (excentric, excentric scheave) aufgekeilt, dasselbe wird von dem Excentricbügel oder — Ring (excentric strap, excentric ring) umschlossen. Den Abstand des Mittelpunktes der excentrischen Scheibe von der geometrischen Achse der Welle heißt die Excentricität (throw of the excentric). Der ganze Hub des Schiebers (travel of valve) ist gleich der doppelten Excentricität. An die eine Hälfte des Excentricbügels, der aus zwei Theilen hergestellt ist, schließt sich die Excentricstange (excentric rod) und an letztere die Schieberstange (valve rod). Befindet sich der Schieber in seiner mittleren Lage, so nennt man das Stück, um welches die Enden desselben die Mündungen der Dampfcanäle (steam ports) auf jeder Seite nach außen überragen die äußere Deckung oder äußere Ueberlappung (outside lap); das Stück, um welches die Innenkanten des Schiebers die Dampfcanäle nach innen überragen, heißt die innere Deckung oder innere Ueberlappung (inside lap). Wenn sich die Kurbel in einem ihrer sogenannten todten Punkten befindet, so hat der Schieber in der Regel nicht seine mittlere Lage; das Stück, um welches er davon entfernt ist, heißt das Voreilen (lead) desselben. In der Praxis wird häufig nicht die ganze Größe dieses Abstandes das Voreilen genannt, sondern die Größe, um welche der Dampfschieber den Dampfcanal bereits geöffnet hat, wenn die Kurbel auf dem todten Punkte steht. Letzterer Sprachgebrauch findet sich auch in dem schon oben citirten Werk von Zeuner „die Schiebersteuerungen". In diesem Sinne genannt, würde das Voreilen um die Größe der äußeren Deckung kleiner sein als die Ausweichung des Schiebers aus der mittleren Lage. Um jeden Irrthum vorzubeugen, sei ausdrücklich bemerkt, daß im Folgenden dieser ungenaue Sprachgebrauch der Praxis nicht adoptirt ist. Die Größe, um welche der Dampfschieber den einen Dampfcanal bereits für den Dampfeintritt geöffnet hat, wenn die Kurbel auf dem todten Punkt steht, heißt die anfängliche Oeffnung (opening of steam port at the beginning of the stroke).

Das Voreilen des Schiebers ist bedingt durch den Winkel, welchen

die Linie vom Mittelpunkt des Excentric nach dem Mittelpunkt der Welle gezogen, mit der Linie bildet, welche vom Mittelpunkt des Kurbelzapfens nach dem Mittelpunkt der Welle gezogen wird, oder, wie man kurz sagt, von dem Winkel, welchen das Excentric mit der Kurbel bildet. Dieser **Winkel** ist in der Praxis bei der Steuerung mit einem Schieber stets größer als ein rechter Winkel, das Stück, um welches er größer ist als 90 Grad, nennt man den Voreilungswinkel* (angle of lead).

Bei der Bewegung des Schiebers sind nun vor allen Dingen die Momente wichtig, wo die Mündungen der Dampfcanäle mit dem Raum des Schieberkastens einerseits und mit dem Austrittscanal anderseits in Verbindung gebracht werden, sowie die Stellungen des Schiebers in denen die genannten Communicationen wieder aufgehoben werden.

Geht der Dampfschieber (Holzschnitt Fig. 24) aus seiner dort gezeichneten mittleren Lage nach rechts, so tritt nach einander Folgendes ein: Die rechte Innenkante des Schiebers erreicht zuerst die der Mitte am nächsten liegende Kante des rechten Einströmungscanals (Holzschnitt Fig. 25). In diesem Augenblick fängt der Schieber an, durch seine innere Höhlung den rechten Dampfcanal mit dem Dampfausströmungscanal in Verbindung zu setzen, mit anderen Worten: Die Dampfausströmung der rechten Seite beginnt. Man merke daher:

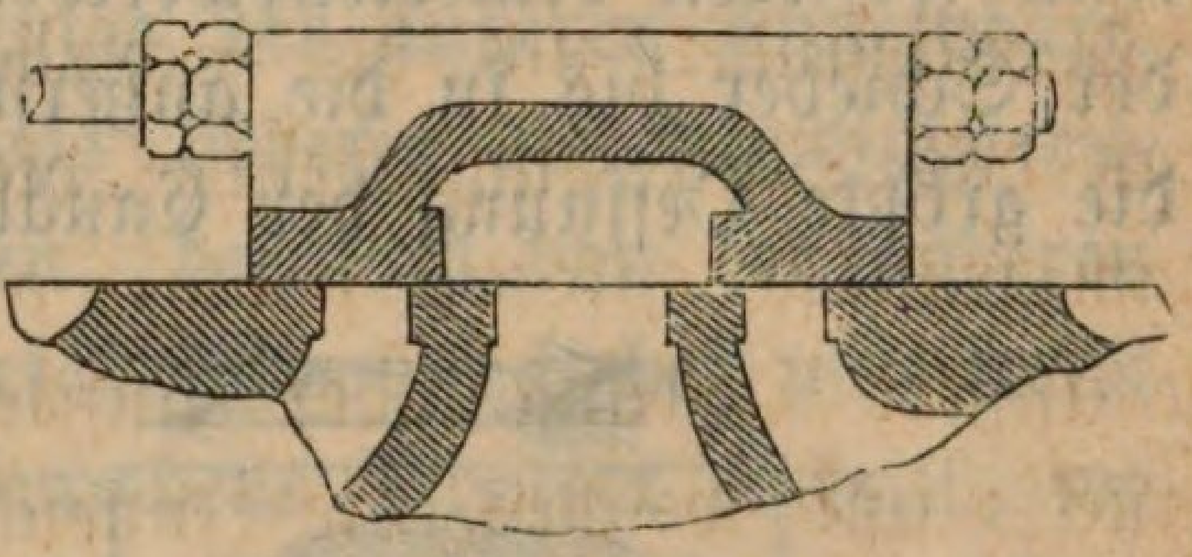


Fig 24.

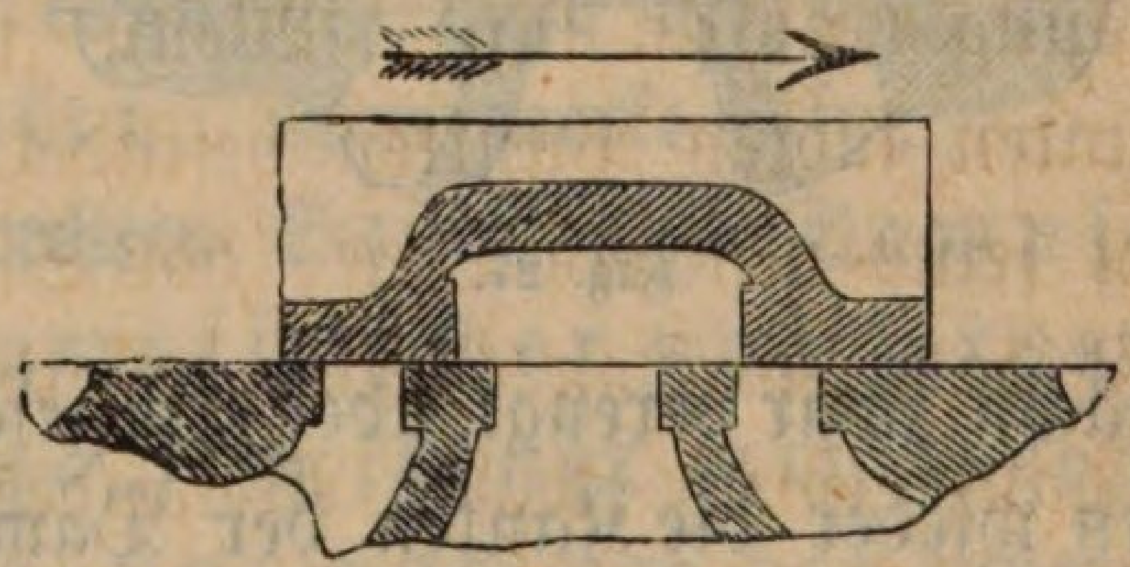


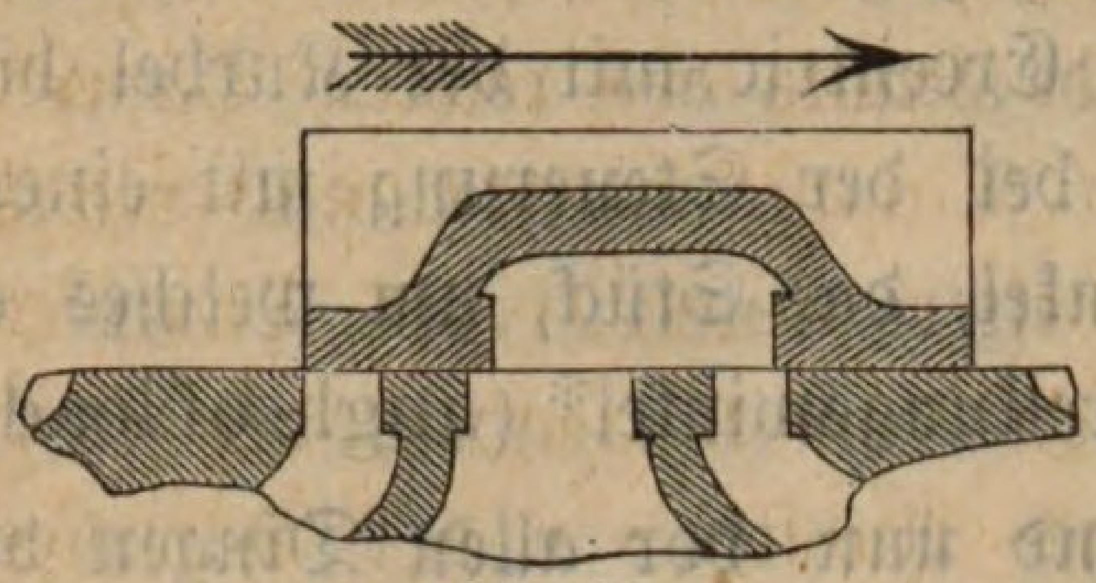
Fig. 25.

Die **Dampfausströmung** auf der **rechten** Seite des Dampfcylinders beginnt, wenn sich der Dampfschieber um die Größe der **inneren** Deckung nach **rechts** aus seiner mittleren Lage bewegt hat.

In dem Maße wie der Schieber nun weiter nach rechts geht, wird der Dampfausströmungscanal mehr und mehr geöffnet. Zugleich aber nähert sich auch die linke Außenkante des Schiebers der von der Mitte

* Anm. Hierbei ist vorausgesetzt, daß Schieberstange und Kolbenstange einander parallel sind. Setzt man den allgemeinen Fall voraus, daß die Schieberstange und Kolbenstange sich kreuzen oder in ihren Verlängerungen schneiden können statt parallel zu sein, so kann man nur definiren: Der Voreilungswinkel ist derjenige Winkel dessen Sinus gleich ist dem linearen Voreilen dividirt durch die Excentricität.

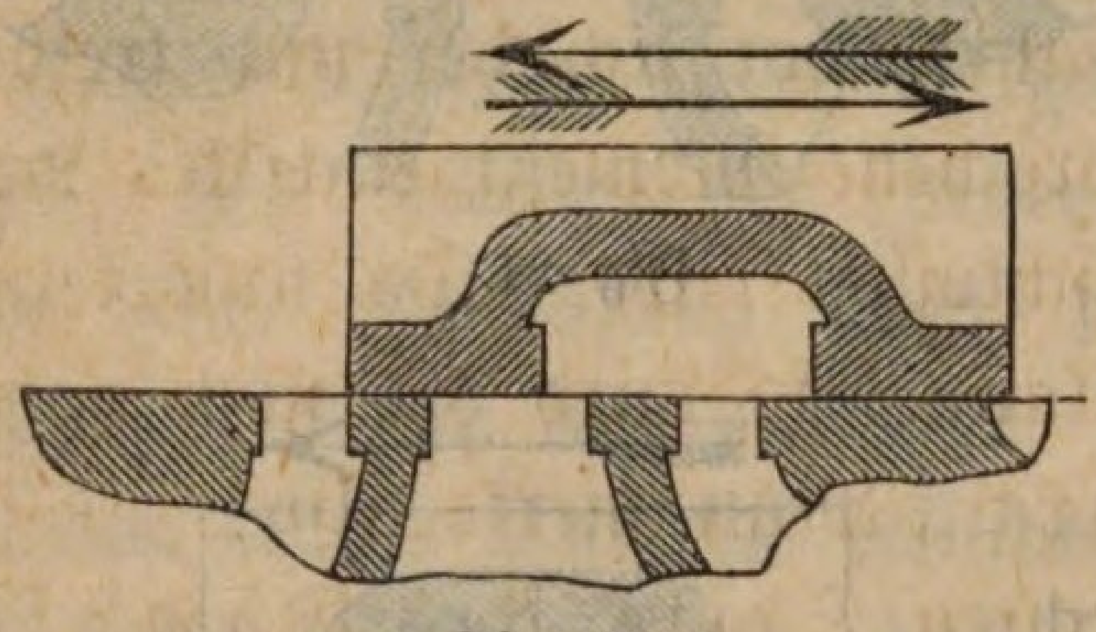
entfernten Kante des linken Dampfcanals; sobald diese beiden Kanten einander treffen (Holzschnitt Fig. 26), so beginnt der Dampfschieber den linken Schiebercanal bloszulegen, so daß derselbe mit dem Schieberkasten in Verbindung kommt; mit anderen Worten, die Dampfeinströmung beginnt.

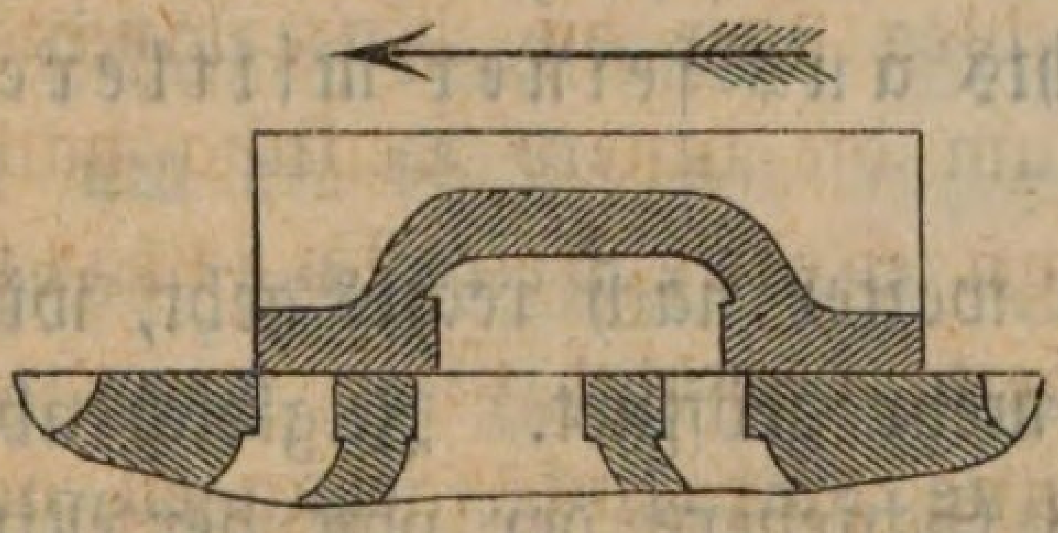

Fig. 26.

Man merke also:

Die **Dampfeinströmung** auf der **linken** Seite des Dampfcylinders beginnt, wenn sich der Dampfschieber um die Größe der **äußeren** Deckung nach **rechts** aus seiner mittleren Lage bewegt hat.

Von nun an treten bei der Bewegung des Schiebers nach rechts keine weiteren bemerkenswerthen Momente auf. Der Augenblick, wo der Schieber bis in die äußerste Stellung rechts gelangt ist, bezeichnet die größte Oeffnung der Canäle (Holzschnitt Fig. 27) sowohl des Ein- als auch des Ausströmungscanals. In dieser äußersten Stellung ist der Schieber offenbar um die Größe der Excentricität aus der Mitte entfernt. Von nun an kehrt der Schieber um und nähert sich wieder seiner mittleren Lage. Dadurch werden die Dampfcanäle zunächst zwar verengt, aber erst geschlossen, wenn die betreffenden Schieberkanten wieder die Kanten der Dampfcanäle treffen. Dieser Fall tritt zuerst bei der linken Außenkante des Schiebers ein, welcher die von der Mitte entfernte Kante des linken Dampfcanals trifft (Holzschnitt Fig. 28). In diesem Augenblick wird der linke Canal geschlossen, die Verbindung desselben mit dem Schieberkasten ist abgebrochen, es kann daher nun kein Dampf mehr durch diesen Canal in den Cylinder treten; dagegen bleibt der vorhandene Dampf vorläufig darin eingeschlossen und wirkt noch durch seine Expansion. Man merke also:


Fig. 27.


Fig. 28.

Die Expansion in dem **linken** Cylinderraum beginnt, wenn der Schieber, von seiner äußersten Stellung **rechts**

kommend, sich um so viel der Mitte genähert hat, daß er nur noch um die äußere Deckung davon entfernt ist.

Kurz darauf trifft auch die Innenkante des Schiebers auf der rechten Seite die der Mitte zunächstliegende Kante des rechten Dampfcanals. In diesem Augenblick wird der Dampfaustrittscanal rechts völlig geschlossen und damit auch der weitere Austritt des Dampfes verhindert, welcher bis jetzt fortwährend seit dem Augenblick der Oeffnung dieses Canals stattfand. Ein heftiges Ausströmen des Dampfes konnte freilich nur in dem ersten Augenblicke der Oeffnung stattfinden; dies erste heftige Ausströmen des Dampfes ist der sogenannte Dampfschlag, welchen man namentlich bei Locomotiven vor einem abfahrenden Zuge sehr laut wahrnimmt. Mit diesem ersten heftigen Ausströmen ist es aber keineswegs gethan, denn es strömt dabei offenbar höchstens so viel Dampf aus, daß die Spannung des übrig bleibenden Dampfes noch ein Geringes höher bleibt, als diejenige der äußeren Atmosphäre. Diesen übrig bleibenden Dampf von etwas höherer als Atmosphärenspannung schiebt der rückkehrende Kolben, der nun von der anderen Seite den Druck des frischen Dampfes erfährt, vor sich her und treibt ihn zum Canal hinaus bis der eben besprochene Moment eintritt, wo dieser Canal durch den Dampfschieber geschlossen wird. Da nun kein Dampf aus dem Canal mehr entweichen kann, so wird der noch vorhandene Dampf im Cylinder comprimirt. Man merke also:

Die Compression auf der **rechten** Seite des Dampfcylinders beginnt, wenn der Dampfschieber von seiner äußersten Stellung **rechts** kommend sich seiner mittleren Lage soviel genähert hat, daß er nur noch um die **innere** Deckung des Schiebers davon entfernt ist.

Hiernach kehrt der Schieber in seine mittlere Lage, von der wir ausgegangen sind, zurück und setzt seinen Weg über die Mitte hinaus nach der linken Seite fort. Hat er sich um die innere Deckung nach links bewegt, so beginnt auf der linken Seite der Austritt, womit zugleich die Expansion auf dieser Seite beendigt ist.

Ist der Schieber um die äußere Deckung nach links gegangen, so wird der rechte Dampfcanal für den Dampfeintritt geöffnet. Der Beginn des neuen Dampfeintrittes bezeichnet den Schluß der Compression.

Der Schieber entfernt sich nun um die Größe der Excentricität nach links aus der Mitte, kehrt dann um, schließt den Dampfeintritt

auf der rechten Seite, womit dort die Expansion beginnt und gelangt dann wieder in seine mittlere Lage, von welcher wir ausgegangen sind.

Offenbar ist es nun möglich, die zusammengehörigen Kolben- und Schieberstellungen für jeden beliebigen Augenblick auf verschiedene Weise zu finden, nämlich:

1) Durch Rechnung, indem man eine Formel aufstellt für den Schieberweg, welcher stattgefunden hat, nachdem sich die Kurbel um einen beliebigen Winkel α aus einer als ursprünglich angenommenen Lage gedreht hat. Wenn man dann für α in diese Formel beliebige Werthe einsetzt, so erhält man die zugehörigen Werthe des Schieberweges. Solche Formeln findet man nicht allein für die einfache Schieberbewegung, sondern auch für verschiedene Doppelschiebersteuerungen u. a. von Zeuner in seinem bereits mehrfach angeführten Werke aufgestellt. Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß die practische Benutzung solcher Formeln nicht zweckmäßig, weil zu zeitraubend ist. Dagegen darf man nicht vergessen, daß die Aufstellung der Formeln zu dem weiter unten beschriebenen Verfahren der graphischen Darstellung geführt hat, daher von der größten Bedeutung ist und das Studium derselben dem Jünger des Fachs nicht genug empfohlen werden kann.

2) Durch directe Construction. Offenbar ist es für jeden Zeichner ein Leichtes, jede Stellung des Schiebers und Dampfkolbens durch Zeichnung zu finden. Der Vortheil, den diese Methode hat, daß sie wenig Schwierigkeiten darbietet, wird durch den Nachtheil gänzlich wieder aufgehoben, den sie mit der vorigen gemeinsam hat, daß man nämlich stets nur einzelne Fälle erhält und wie bei der ersten Methode einer Menge von Rechnungen, so hier einer Menge Zeichnungen bedarf, ehe man sich ein Bild des Ganzen verschaffen kann.

3) Durch ein Modell, welches eine Bewegung gleich der auszuführenden Steuerung gestattet. Diese Methode ist unstreitig die vollkommenste von allen. Ein solches Modell giebt einen vollkommenen Einblick in die Schieberbewegung ohne alle Mühe und ohne daß zum Verständniß irgend welche besondere Kenntnisse erforderlich sind. Jeder, der von der Schieberbewegung bisher auch nicht die geringste Kenntniß besaß, kann mit Hülfe eines solchen Modelles sich mit Leichtigkeit darüber unterrichten. Daher erleichtert diese Methode den Unterricht in hohem Grade und eignet sich auch für das Selbststudium. Anfänger werden sehr viel Zeit sparen, wenn sie sich eines solchen Hülfsmittels bedienen, namentlich, wenn sie dasselbe selbst anfertigen können. Be-

sondere Eigenschaften, besonders complicirte Steuerungen, welche man durch Rechnung oder durch empirische Constructionen nur durch Zufall oder große Mühe findet, zeigt ein Modell ohne alle Mühe. Dennoch ziehen wir das nun folgende Verfahren für den gewöhnlichen, practischen Gebrauch vor, weil die Anfertigung eines Modells immer mit Umständen und Kosten verknüpft ist. Freilich ist bei der nun zu beschreibenden Methode der graphischen Darstellung der Schieberbewegung zu bemerken, daß es erst einer gewissen Kenntniß und Uebung bedarf, ehe dasselbe dem Betrachtenden so verständlich ist, wie ein Modell, aber man darf diese kleine Mühe nicht scheuen, da dieselbe reichlich belohnt wird.

4) Durch eine graphische Darstellung, welche zuerst von Zeuner in einer für die Praxis durchaus brauchbaren Weise ausgearbeitet und veröffentlicht ist und welche ihren practischen Werth am Besten dadurch documentirt, daß sie in kurzer Zeit ihren Weg in die Constructionsbureau's gefunden hat. Das Zeuner'sche Schieberdiagramm ist so einfach zu verstehen und anzuwenden, daß die Praxis ihm den Vorzug vor allen anderen zuerkannt hat.

Die Diagramme oder graphischen Darstellungen, welche zum Verständniß der Schieberbewegung ersonnen sind, theilen sich wesentlich in zwei Gruppen. Die Diagramme der einen Art sind bestimmt, den Schieberweg mit mathematischer Schärfe zu geben, die anderen sehen davon ab, so weit es nach den Verhältnissen der Praxis gestattet erscheint, um dafür das Diagramm selbst übersichtlicher und einfacher in seiner Construction zu erhalten. Das Zeuner'sche Diagramm gehört zu der letzteren Art, es giebt den Schieberweg nicht mit mathematischer Schärfe, aber mit einer für die Praxis völlig hinreichenden Genauigkeit.

Von denjenigen Diagrammen, welche den Schieberweg genau übereinstimmend mit der Wirklichkeit geben, ist nur eins von besonderer Wichtigkeit für die Praxis, nämlich dasjenige, welches man mit Hülfe des Indicators von einer Maschine bei der Prüfung derselben erhält wenn man den Papiercylinder von einem Punkte der Kolbenstange aus vermittelst der Schnur in hin- und hergehende Bewegung und zugleich den Stift von einem Punkte der Schieberstange aus in auf- und niedergehende Bewegung versetzt. Es ist dies das einzige Diagramm, welches die Schieberbewegung in einer genau der Wirklichkeit entsprechenden Weise giebt, da es auch die etwaigen Ungenauigkeiten in der Ausführung bei neuen Maschinen, sowie auch den Einfluß der Ab-

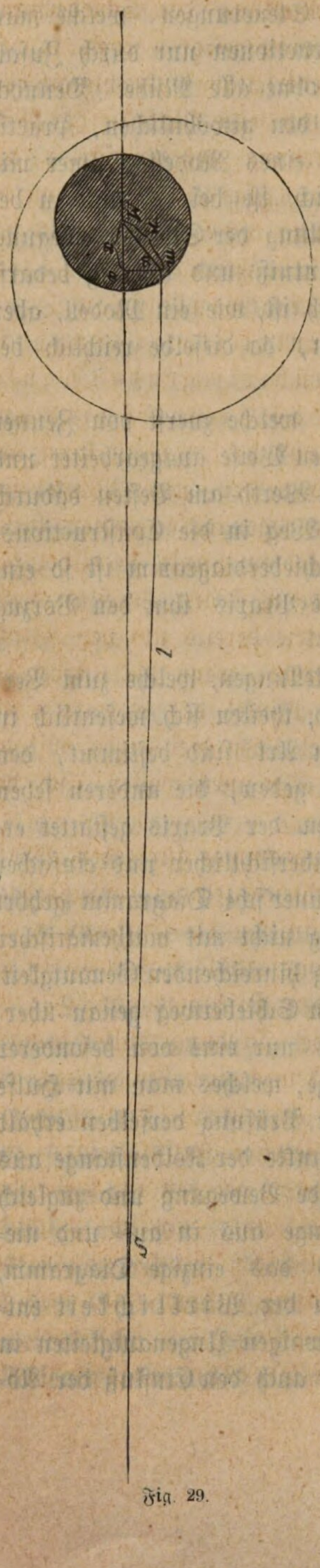


Fig. 29.

nutzung bei älteren Maschinen, z. B. etwaigen Spielraum des Gelenkbolzens in der Verbindungsstelle von Excentric- und Schieberstange u. s. w. erkennen läßt. Es mag in Bezug hierauf auf einen Umstand hingewiesen werden, der gerade im Locomobilenbau dies Diagramm besonders wichtig macht. Während nämlich beim Bau der gewöhnlichen stationären Dampfmaschinen die Dimensionen der nach einander in einer Fabrik gebauten Maschinen bei der großen Verschiedenheit der Bedürfnisse sehr stark variiren, man also zur Anfertigung fast jeder Maschine einer neuen Constructionszeichnung bedarf, bei welcher die Verhältnisse der vorigen nicht genau benutzt werden können, so werden Locomobilen und transportable Dampfmaschinen stets zahlreich in ganz denselben Dimensionen gebaut. Sobald also die erste derselben gebaut ist und ein Indicatorschieberdiagramm davon genommen, so kann man, wenngleich an der schon fertigen Maschine nichts mehr geändert werden soll, doch für die folgenden zu bauenden Maschinen werthvolle Schlüsse aus den erhaltenen Diagrammen ziehen. Nur durch fortwährende Prüfungen der gebauten Maschinen und Benutzung der hierbei gemachten Erfahrungen ist es möglich, sich allmählig der Vollkommenheit zu nähern.

Bei der Construction einer neuen Maschine, wobei man dergleichen Anhaltspunkte nicht hat, benutzt man am Besten das Zeuner'sche Schieberdiagramm.

Die Construction dieses Diagrammes beruht auf folgenden Principien. Wenn Holzschnitt Fig. 29 das Schema einer einfachen Schiebersteuerung darstellt, so daß l die Länge der Excentricstange, r die Größe der Ex-

centricität, die horizontale Linie M S die Richtung der Schieberstange und der Kolbenstange, welche als parallel vorausgesetzt werden, so wird angenommen, daß der Schieber, wenn die Excentricität r senkrecht nach oben oder nach unten gerichtet ist, so steht, daß sich seine Mitte in der Mitte der Dampfcanäle befindet. Bei einer Drehung des Excentrics aus dieser mittleren Lage etwa um den Winkel α (Fig. 29) wird dann die Größe des Schieberweges d. h. die Entfernung des Schiebermittels von der Mitte der Canäle gleich dem Stück $\varkappa$ (siehe Figur) gesetzt. Dieses Stück $\varkappa$ ist die eine Kathete eines rechtwinkeligen Dreiecks, dessen Hypotenuse die Excentricität ist und in welchem der der Kathete $\varkappa$ gegenüberliegende Winkel gleich demjenigen ist, um welchen das Excentric sich aus seiner mittleren Lage herausgedreht hat. Man kann nun leicht die Beziehung dieses Drehungswinkels zu demjenigen Winkel finden, um welchen sich die Kurbel aus dem sogenannten todten Punkt gedreht hat. Steht nämlich die Kurbel im todten Punkt, so bildet das Excentric mit ihr den Winkel $90^0 + \delta$, wenn δ den Voreilungswinkel bezeichnet, d. h. es hat sich das Excentric bereits um den Winkel δ aus der verticalen (mittleren Lage) gedreht, wenn die Kurbel auf dem todten Punkte steht. Ist daher der Winkel des Excentrics mit der Senkrechten gleich α, so ist der Winkel, den die Kurbel mit der Horizontalen bildet $= \alpha - \delta$, den wir ω nennen wollen, so daß $\omega + \delta = \alpha$.

Kann man nun vermittelst eines Diagrammes für jeden Winkel ω, um welchen sich die Kurbel aus ihrer todten Stellung herausgedreht hat, den Schieberweg, d. h. nach der Definition die Entfernung der Mitte des Schiebers von der Mitte der Dampfcanäle finden, so ist die Aufgabe des Diagrammes gelöst. Für den Drehungswinkel ω der Kurbel aus der todten Stellung aber ist der Drehungswinkel des Excentrics aus der verticalen Lage $\alpha = \omega + \delta$ und wir haben gesehen, daß für einen beliebigen Drehungswinkel des Excentrics der zugehörige Schieberweg die diesem Winkel gegenüberliegende Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks ist, welches dadurch vollständig gegeben ist, daß außerdem auch noch die Hypotenuse desselben bekannt, nämlich gleich der Excentricität ist. Um daher für einen beliebigen Winkel ω, um welchen sich die Kurbel aus ihrer todten Stellung gedreht hat, den zugehörigen Schieberweg zu finden:

Construire ein rechtwinkeliges Dreieck, dessen Hypo-

tenuse die Excentricität ist und dessen einer Winkel gleich dem gegebenen Drehungswinkel der Kurbel plus dem Voreilungswinkel des Excentrics ist, die diesem Winkel gegenüberliegende Kathete desselben Dreiecks ist dann der verlangte Schieberweg.

Auch der Anfänger kann mit Leichtigkeit ein solches Dreieck construiren und nur vielleicht in Verlegenheit gerathen, sobald der Winkel $\omega + \delta$ gleich 90^0 oder größer wird. Dann läßt sich kein rechtwinkeliges Dreieck mehr construiren, weil in einem solchen die beiden der Hypotenuse anliegenden Winkel stets spitze sein müssen. Für den Fall wo $\omega + \delta$ gleich einem rechten Winkel ist, ist aber offenbar das Excentric aus der verticalen in die horizontale Lage gelangt, daher der Schieberweg gleich der Excentricität ist. Die consequent fortgesetzte Construction zeigt dies auch; das rechtwinklige Dreieck verwandelt sich in eine gerade Linie, welche gleich der Hypotenuse d. h. gleich der Excentricität ist. Wird $\omega + \delta$ aber größer als 90^0, so ist es nur nöthig, sich klar zu machen, daß dann der Schieber umkehrt, um sofort einzusehen, daß man für diesen Fall den Supplementwinkel von $\omega + \delta$ nehmen muß.

Die Construction von lauter rechtwinkeligen Dreiecken würde an sich nur eine geringe Erleichterung bei der Untersuchung der Schiebersteuerung gewähren, wenn man nicht ein Mittel hätte, dieselbe auf eine höchst einfache Weise zugleich übersichtlich und außerordentlich leicht ausführbar zu gestalten. Hierzu braucht man sich nur zu erinnern, daß der Winkel in einem Halbkreise ein rechter Winkel ist. Schlägt man daher einen Kreis mit der Excentricität als Durchmesser und zieht einen Durchmesser r (Fig. 30), so sind die sämmtlichen rechtwinkeligen Dreiecke, welche auf dieser Hypotenuse möglich sind, so beschaffen, daß die Spitze ihres rechten Winkels auf die Peripherie dieses Kreises fallen muß. Noch mehr aber wird die Sache erleichtert, wenn man folgendermaßen verfährt:

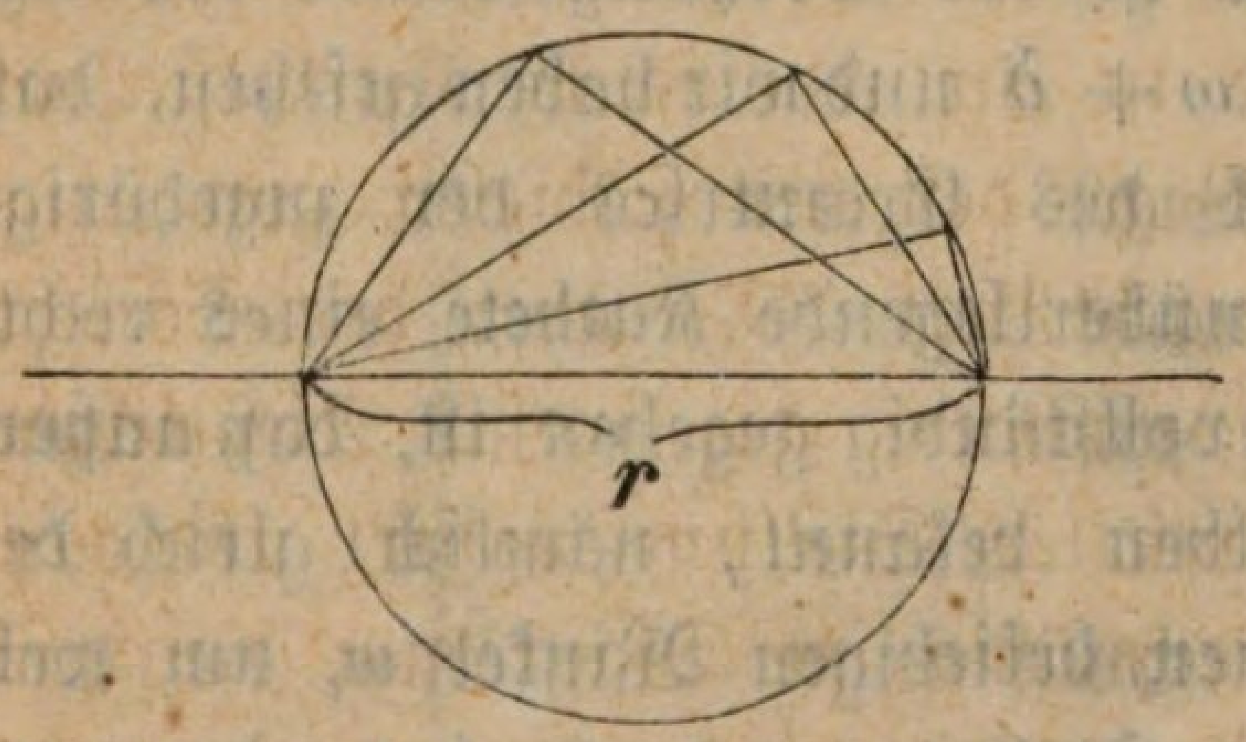


Fig. 30.

Ziehe zwei auf einander rechtwinkelige Linien, die Horizontale $x\ x$ und die Senkrechte y y; durch den Schnittpunkt derselben O lege eine

Linie (Fig. 31) O A, welche mit y y den Winkel δ gleich dem Voreilungswinkel bildet, dann trage auf der Linie O A von O aus die halbe Excentricität ab und um den so gefundenen Punkt M als Mittelpunkt schlage einen Kreis vom Radius Mo gleich der halben Excentricität. Jede Sehne dieses Kreises, welche von O aus gezogen werden kann, ist dann der Schieberweg für einen Drehungswinkel der Kurbel unmittelbar gleich demjenigen, welchen die gezogene Sehne mit der Achse x bildet. Denn zieht man eine beliebige Sehne Ob, so ist der Winkel AOb der Complementwinkel zu $\omega + \delta$. Denkt man sich nun A b gezogen, so ist AOb auch der Complementwinkel von OAb, da der Winkel AbO als Winkel im Halbkreise ein rechter ist. Daher ist OAb gleich $\omega + \delta$ und Ob ist die eine Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Hypotenuse OA gleich der Excentricität ist und in welchem der der Seite Ob gegenüberliegende Winkel gleich $\omega + \delta$ ist. Daher ist Ob der Schieberweg für den Drehungswinkel ω der Kurbel.

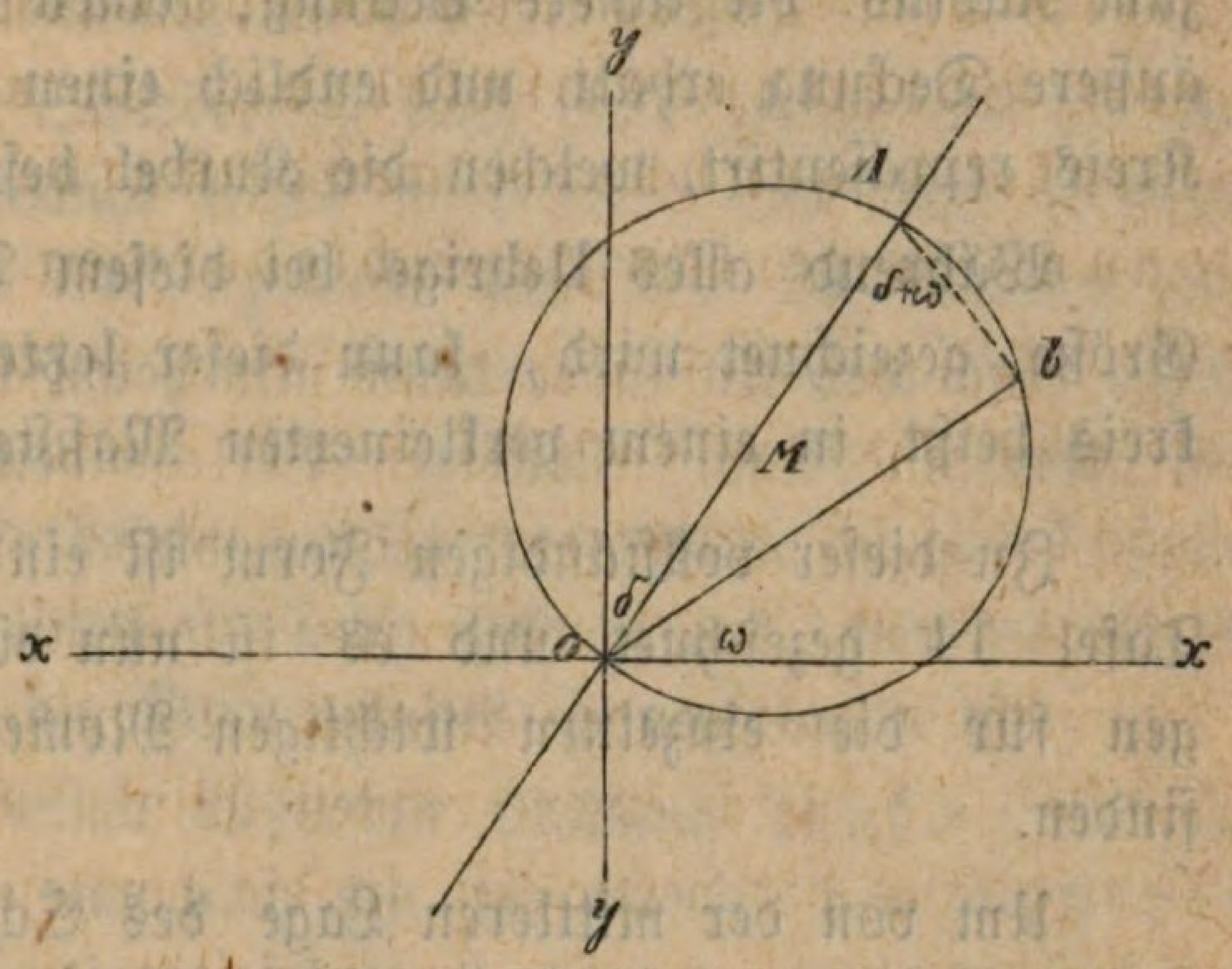


Fig. 31.

Besonders anschaulich wird nun das Diagramm, wenn man sich die Kurbel selbst an Stelle der Sehne denkt, den Punkt O zugleich als Mittelpunkt der Schwungradwelle und den Dampfcylinder rechts von der Figur, denn dann kann jede durch O gelegte Linie als Mittellinie der Kurbel angesehen werden und es ist für jede solche Kurbelstellung die Länge der Sehne gleich dem Wege, den der Schieber von seiner mittleren Lage aus nach links gemacht hat. Da aber der Schieber nicht nur nach links geht, sondern nachdem die größte Abweichung nach links geschehen ist, umkehrt, die mittlere Stellung passirt und dann nach rechts ausschreitet, so ist es zweckmäßig im Diagramm die Linie O A über O hinaus zu verlängern und symmetrisch zu dem ersten Schieberkreis einen zweiten zu zeichnen, der dann zur Ermittelung des Schieberweges nach rechts dient. Schließlich vervollständigt man das

Diagramm dadurch, daß man um den Mittelpunkt O einen Kreis, der zum Radius die innere Deckung, einen zweiten, der zum Radius die äußere Deckung erhält, und endlich einen dritten Kreis schlägt, der den Kreis repräsentirt, welchen die Kurbel beschreibt.

Während alles Uebrige bei diesem Diagramm stets in wirklicher Größe gezeichnet wird, kann dieser letzte Kreis, der kurz der Kurbelkreis heißt, in einem verkleinerten Maßstabe geschlagen werden.

In dieser vollständigen Form ist ein Schieberdiagramm in Fig. 1 Tafel 14 gezeichnet und es ist nun ein Leichtes, die Kurbelstellungen für die einzelnen wichtigen Momente der Dampfvertheilung zu finden.

Um von der mittleren Lage des Schiebers auszugehen, so ist zunächst zu bemerken, daß diese mittlere Lage für den Fall stattfindet, wo der Schieberweg gleich Null ist, also für diejenige Kurbelstellung bei welcher sowohl auf dem oberen als auch auf dem unteren Schieberkreise die Größe der Sehne gleich Null wird. Dieser Fall tritt offenbar ein für die gemeinschaftliche Tangente der beiden sich in O berührenden Schieberkreise. Die Tangente steht in Berührungspunkt senkrecht auf dem Durchmesser, welcher durch den Berührungspunkt geht. Errichte also auf der Verbindungslinie der beiden Kreismittelpunkte in O eine Senkrechte, so findet für diese Kurbelstellung oder richtiger für die beiden in diese Linie fallenden, einander entgegengesetzten Kurbelstellungen die mittlere Stellung des Schiebers statt. Von diesen beiden entgegengesetzten Kurbelstellungen fassen wir zunächst diejenige in's Auge, welche im Diagramm nach unten rechts gerichtet ist und lassen von hier aus die Kurbel sich allmählig drehen in der Richtung des Pfeiles. Dann tritt die Kurbellinie in den oberen Schieberkreis, dessen Sehnen, wie bereits bemerkt, stets die Ausweichung des Schiebers nach links darstellen.

Ist der Schieber soweit nach links gegangen, wie die innere Deckung beträgt, so beginnt der Austritt auf der linken Seite. Zieht man also im Diagramm eine Linie von O durch den Punkt, wo der innere Deckungskreis den oberen Schieberkreis zuerst schneidet so ist dies die Kurbelstellung, bei welcher der Austritt links beginnt.

Ist der Schieber soweit nach links gegangen, wie die äußere Deckung beträgt, so beginnt der Eintritt auf der rechten Seite. Zieht man also im Diagramm eine Linie von O durch den ersten

Schnittpunkt des äußeren Deckungskreises mit dem oberen Schieberkreise, so beginnt bei dieser Kurbelstellung der Eintritt rechts.

Von hier an wird der Schieberweg nach links größer als die äußere Deckung; der Eintrittscanal rechts wird mehr und mehr geöffnet. Das zwischen dem äußeren Deckungskreis und dem Schieberkreis enthaltene Stück einer durch 0 gezogenen Geraden ist offenbar stets gleich der Oeffnung des Dampfcanals. Den größten Werth erreicht der Schieberweg, wenn sich die Kurbel um den Complementwinkel von δ (Holzschnitt Fig. 31) aus der todten Stellung gedreht hat, von da nimmt der Schieberweg und somit die Oeffnung des Dampfcanals ab.

Ist der Schieber von seiner äußersten Stellung links soviel zurückgegangen, daß er nur noch um die Größe der äußeren Deckung von seiner mittleren Lage absteht, so hört der Eintritt auf der rechten Seite auf, es beginnt die Expansion rechts. Zieht man also im Diagramm eine Linie von 0 durch den zweiten Schnittpunkt des äußeren Deckungskreises mit dem oberen Schieberkreise eine Linie, so ist dies die Richtung der Kurbel für den Beginn der Expansion.

Bis jetzt findet noch immer auf der linken Seite der Dampfaustritt statt.

Ist der Schieber von seiner äußersten Stellung links um soviel zurückgegangen, daß er nur noch um die Größe der inneren Deckung von der Mitte entfernt ist, so hört der Dampfaustritt auf der linken Seite auf, es beginnt die Compression links.

Jetzt kommt der Schieber wieder in die mittlere Stellung, von welcher wir ausgegangen sind, er weicht von da jetzt nach rechts aus und es wiederholen sich ganz dieselben Erscheinungen beim unteren Schieberkreis, welche soeben am oberen Schieberkreis beobachtet sind. Dem Anfänger ist zu empfehlen, auch für diese Hälfte des Diagrammes die Vorgänge zu verfolgen.

In dieser Form wird das Diagramm von Zeuner in seinem Lehrbuch über die Schiebersteuerungen gegeben, jedoch geschieht dort die Ableitung der Construction aus einer für den Schieberweg aufgestellten Formel, während hier eine elementarere Darstellung gewählt ist.

Um nun das Schieberdiagramm für die Berechnung der Dampfmaschine zu Grunde legen zu können, was im Folgenden geschehen soll, müssen wir ein Mittel angeben, um aus jeder ermittelten Kurbelstellung die wirkliche Stellung des Dampfkolbens finden zu können.

Zuvor aber sollen die zur Construction des Diagrammes gemachten Voraussetzungen noch einer näheren Betrachtung unterworfen werden. Es wurde vorausgesetzt, daß

1) Der Schieber seine mittlere Lage für den Fall einnehmen solle, daß die Excentricitat senkrecht zur Richtung der Schieberstange gerichtet ist und daß bei dieser Stellung die Mitte des Schiebers mit der Mitte der Dampfcanäle zusammenfalle.

2) der Weg des Schiebers von der Mitte an gerechnet für einen bestimmten Drehungswinkel des Excentrics hinreichend genau gefunden werde, wenn man von dem Endpunkt m der Excentricität ein Loth auf die Horizontale fällt, so daß nämlich die Entfernung vom Mittelpunkt der Welle bis zum Fußpunkt dieses Lothes, welche in Fig. 29 mit x bezeichnet ist, den Schieberweg darstellt.

Betrachten wir zunächst von diesen beiden Punkten den letzteren, so erhellt bei genauer Betrachtung, daß der Schieberweg hierdurch nicht mathematisch genau dargestellt wird. Denn denkt man sich die Excentricität in horizontaler Richtung und zwar der Maschine zugekehrt, so kommt offenbar bei einer Drehung des Excentrics aus dieser Lage die Excentricstange in eine schräge Lage zur Horizontalen und die Folge ist, daß hierdurch sich der Schieber schneller seiner mittleren Lage nähert als der Fußpunkt des erwähnten Lothes dem Mittelpunkt der Welle. Mit anderen Worten: der Schieber wird schon in seiner mittleren Lage angelangt sein, ehe die Excentricität senkrecht nach oben oder nach unten steht. Der Winkel welchen das Excentric mit der Senkrechten bildet, wenn der Schieber schon in seine mittlere Lage gelangt ist, wird um so größer sein, je kürzer die Excentricstange im Verhältniß zur Excentricität ist. Beiläufig findet man diesen Winkel durch Construction eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen gleich lange Schenkel gleich der Länge der Excentricstange sind und dessen Basis gleich der Excentricität ist; der halbe Gipfelwinkel eines solchen Dreiecks ist der gesuchte Winkel. Man kann sich nun leicht durch Construction überzeugen, daß in der Praxis bei Dampfmaschinen im Allgemeinen sowohl als auch bei Locomobilen, bei welchen letzteren die Länge der Excentricstange 40 bis 60mal so groß zu sein pflegt als die Excentricität, dieser Winkel außerordentlich klein ausfällt. Ist z. B. die Excentricstange 50mal so lang als die Excentricität, so ist der Winkel nur zwischen 30 und 40 Minuten groß und die Größe, um welche sich der wirkliche Schieberweg von dem für die Construction des Diagrammes gewählten

Näherungswerthe unterscheidet, kaum mit dem Zirkel meßbar. Wir sind daher vollkommen zu der Annahme unter 2 berechtigt.

Dasselbe gilt nun aus den oben angeführten Gründen für den ersten Theil der Annahme unter 1) nämlich, daß angenommen wird, der Schieber befinde sich in der Mitte seines Weges, wenn die Excentricität senkrecht auf der Richtung der Schieberstange steht. Was dagegen den zweiten Theil der Annahme unter 1 anbetrifft, daß nämlich bei der mittleren Lage des Schiebers die Mitte desselben mit der Mitte der Dampfcanäle übereinstimme, so findet man bei genauer Betrachtung, daß diese Annahme nicht zulässig ist.

Nur in dem Falle ist diese Annahme gerechtfertigt, wenn man mit Zeuner annimmt, daß das richtige Verfahren bei der Regulirung des Dampfschiebers sei, denselben auf gleiches Voreilen zu justiren. Wenn dagegen der Schieber zwar vorläufig ungefähr so adjustirt wird, daß nach eingetretener Erhitzung des Kessels annähernd gleiches Voreilen eintritt, dann aber nachträglich beim Arbeiten der Maschine so corrigirt wird, daß man die Schläge des von beiden Seiten ausströmenden Dampfes gleich stark hört, wie es von erfahrenen Arbeitern geschieht, dann fällt der Mittelpunkt der Schieberbewegung nicht in die Mitte der Dampfcanäle, sondern er ist um eine meßbare Größe weiter von der Schwungradwelle entfernt und zwar um desto weiter, je kürzer die Pleuelstange ist.

Die Richtigkeit dieser Behauptung leuchtet sofort ein, wenn man zu den durch das Zeuner'sche Schieberdiagramm gefundenen Kurbelstellungen auf dem richtigen Wege die zugehörigen Kolbenstellungen sucht, wie solches in dem Diagramm Fig. 1 Tafel 14 geschehen ist.

Der größte in diesem Diagramm um den Mittelpunkt 0 desselben beschriebene Kreis, ist mit dem Radius der Kurbel in $\frac{1}{3}$ der wirklichen Größe beschrieben. Die Abmessungen, welche dem Diagramm zu Grunde liegen, sind folgende:

Länge der Kurbel . .	150mm
Länge der Pleuelstange	1050mm
Cylinderdurchmesser .	234mm
Excentricität . . .	26mm
Voreilungswinkel .	ca. $34\frac{1}{2}^0$
Aeußere Deckung . .	13mm
Innere Deckung . .	4mm

Der Dampfcylinder ist nun in einfachen Linien skizzirt und ebenso der Dampfkolben durch eine einfache Linie darin angedeutet. Selbstverständlich ist, wie der Kurbelkreis, so auch der Dampfcylinder und die Pleuelstange in $^1/_3$ der wirklichen Größe gezeichnet.

Zieht man irgend einen Radius des Kurbelkreises und faßt denselben als eine Stellung der Kurbel auf, so findet man die zugehörige Kolbenstellung genau, indem man von dem Endpunkt dieses Radius, d. h. dem Schnittpunkt desselben mit dem Kurbelkreise, welcher die Mitte des Kurbelzapfens vorstellt, mit der Länge der Pleuelstange einen Kreisbogen beschreibt, welcher die Achse des Cylinders schneidet. Den Punkt, welchen man hierdurch auf der Achse des Cylinders findet, kann man als Mittelpunkt des Dampfkolbens ansehen, indem man sich denselben, um auf der Zeichnung an Raum zu sparen, direct an der Pleuelstange unter Weglassung der Kolbenstange befestigt denkt.

Als bemerkenswerthe Kolbenpositionen findet man nun diejenigen, bei welchen die nun schon mehrfach besprochenen Perioden der Dampfwirkung, Expansion, Austritt, Compression und Wiedereintritt beginnen. Die Fig. 1 Tafel 14 ist in möglichst übersichtlicher Weise so gezeichnet daß die zusammengehörigen Kurbel- und Kolbenstellungen mit der sie verbindenden Pleuelstange übereinstimmend punktirt sind, so daß man leicht im Stande ist, die zusammengehörigen Theile zu finden.

Vergleicht man in der Figur den Abstand der Kolbenstellung, welche mit „Expansion rechts" bezeichnet ist, von der Mitte des Cylinders mit demjenigen der Kolbenstellung „Expansion links" von der Cylindermitte, so sieht man schon mit bloßem Auge, daß dieselben beträchtlich verschieden sind. Man sieht, daß bei dem Wege des Kolbens von rechts nach links die Expansion später beginnt, als bei dem Wege des Kolbens von links nach rechts. Dasselbe findet für den Beginn der Compression und des Dampfeintritts statt und ist dabei zu bemerken, daß der Unterschied immer größer wird je kürzer die Pleuelstange ist. In unserem Beispiel ist dieselbe 7mal so lang als die Kurbel angenommen, während man sie bei practischen Ausführungen, namentlich transportabler Dampfmaschinen, viel kürzer findet; Pleuelstange von fünffacher Kurbellänge sind keine Seltenheit, man findet sie $4^1/_2$, ja $3^1/_2$ mal die Kurbellänge bemessen.

Wenn daher der Dampfschieber auf gleiches Voreilen adjustirt wird, so erfolgt die Dampfvertheilung im Dampfcylinder nicht symmetrisch auf beiden Seiten des Dampfcylinders. Eine solche Maschine

wird beim Arbeiten einen ungleichen Dampfschlag zeigen, sie wird, um in der treffenden Sprache des Locomotivführers zu reden „hinken".

Es ist daher nicht richtig, den Dampfschieber bei einer einfachen Steuerung ohne variable Expansion und ohne Umsteuerung auf gleiches Voreilen zu adjustiren, wenn anders eine symmetrische Dampfwirkung erzielt werden soll.

Obgleich sich nun hieraus ergiebt, daß eine der bei der Construction des Zeuner'schen Schieberdiagrammes gemachten Annahmen nicht stichhaltig ist, so verliert das Diagramm dadurch doch nicht im Geringsten an practischer Brauchbarkeit, im Gegentheil gerade mit Hülfe des Diagrammes ist es leicht, zu finden, wie der Schieber adjustirt werden muß.

Offenbar kann nämlich, wenn beim symmetrischen Arbeiten des Dampfschiebers eine unsymmetrische Dampfvertheilung stattfindet, die letztere dadurch symmetrisch werden, daß der Schieber so regulirt wird, daß er in ganz bestimmter Weise unsymmetrisch arbeitet, d. h. daß der Mittelpunkt seiner Bewegung um ein Bestimmtes von dem Mittelpunkt der Dampfcanäle abweicht. Wie viel nun der Schieber einseitig stehen muß, kann man mit Hülfe des Diagrammes finden, wenn man, wie in Fig. 2 Tafel 14 geschehen ist, von den Kolbenstellungen statt von den Kurbelstellungen ausgeht. Wie man nämlich vermittelst der Länge der Pleuelstange für eine beliebige Kurbelstellung die zugehörige Kolbenstellung findet, so kann man umgekehrt leicht aus einer angenommenen Kolbenstellung die zugehörige Kurbelstellung finden. Sucht man auf diese Weise die beiden Stellungen der Kurbel, bei welcher die Expansion für zwei angenommene symmetrisch auf beiden Seiten der Cylindermitte gelegenen Kolbenstellungen beginnen muß, so erhält man zwei Stellungen, welche nicht in gerader Linie liegen, wie in Fig. 1, sondern einen Winkel mit einander bilden, dessen Größe außer von dem Grade der Expansion von dem Verhältniß der Kurbel zur Pleuelstange abhängig ist. Der Durchschnittspunkt des oberen Schieberkreises mit der „Expansion rechts" bezeichneten Kurbelstellung, muß vom äußeren Deckungskreise geschnitten werden. Beschreibt man hiernach den äußersten Deckungskreis, so sieht man, daß derselbe nicht durch den Schnittpunkt des unteren Schieberkreises mit der Kurbelstellung „Expansion links" geht, sondern für denselben zu groß ist. Man beschreibe auch für den unteren Schieberkreis den äußeren Deckungskreis, welcher die Expansion für die gefundene Kurbelstellung hervorbringen würde, so ist, wie gleich

nachgewiesen werden soll, die halbe Differenz zwischen den Radien dieser beiden Deckungskreise gleich dem Abstande, welchen die Mitte der Schieberbewegung von der Mitte der Dampfcanäle nach rechts haben muß, wenn beim Hin- und Hergang des Kolbens derselbe Füllungsgrad statthaben soll.

Um darüber Klarheit zu erlangen, daß unser Diagramm auch noch anwendbar ist, wenn der Schieber einseitig arbeitet, braucht man sich nur zu erinnern, daß das Diagramm nichts Anderes giebt, als den Weg des Schiebers von seiner mittleren Lage an gerechnet. Offenbar aber ist dieser Weg des Schiebers nur von der Größe der Excentricität und dem Drehungswinkel, nicht aber davon abhängig, ob durch Verlängern oder Verkürzen der Schieberstange, der Mittelpunkt der Bewegung des Schiebers von der Schwungradwelle entfernter oder derselben näher liegt, als der Mittelpunkt der Dampfcanäle.

Es giebt uns daher das Diagramm auch für den einseitig zu den Schiebercanälen sich bewegenden Schieber den Schieberweg an d. h. den Weg, welchen der Schieber aus seiner mittleren Lage gemacht hat. Der einzige Unterschied ist der, daß dieser Schieberweg nun nicht mehr identisch ist mit der Entfernung des Schiebermittelpunktes von dem Mittelpunkte der Canäle. Hat der Schieber in seiner mittleren Lage eine bestimmte Entfernung nach rechts, so muß zu dem Wege, den der Schieber von dieser mittleren Lage nach rechts macht, diese bestimmte ursprüngliche Entfernung addirt werden, um die Entfernung der Schiebermitte von der Canalmitte zu erhalten, während umgekehrt von dem Schieberwege nach links diese Größe subtrahirt werden muß. Nun war die Oeffnung des rechten Dampfcanals beim symmetrisch arbeitenden Schieber, Schieberweg minus äußere Deckung, demnach ist beim einseitig arbeitenden Schieber die Oeffnung des rechten Eintrittscanals Schieberweg minus äußere Deckung minus der Größe, um welche der Schieber nach rechts einseitig steht. Es ist daher, um aus dem Diagramm die Oeffnung des Dampfcanals zu ersehen, für den oberen Schieberkreis, der den Schieberweg nach links angiebt, die äußere Deckung um die ursprüngliche Entfernung des Schiebermittels von der Canalmitte zu vergrößern und umgekehrt für den unteren Schieberkreis die äußere Deckung um diese Größe zu vermindern; daher nun, was nachzuweisen war, die Differenz zwischen der Größe des äußeren Deckungskreises für den oberen und desjenigen für den unteren Schieber-

kreis, die doppelte Entfernung des Schiebermittels von der Canalmitte bei der mittleren Lage des Schiebers ist.

Nach dem Vorstehenden ist es leicht, einzusehen, daß auch zwischen den inneren Deckungskreisen dieselbe Differenz stattfinden muß wie zwischen den äußeren und es kann nur vielleicht im ersten Augenblick zweifelhaft sein, für welchen Schieberweg der kleinere, für welchen der größere innere Deckungskreis gilt. Ist der Schieber nach links ausgewichen, so muß bei seiner Rückkehr sein Weg noch innere Deckung plus ursprünglichem Abstand betragen, wenn die Compression auf der linken Seite beginnt, daher findet man die Kurbelstellung für den Beginn der Compression links, wenn man vom Mittelpunkt des Diagramms eine Linie zieht durch den Schnittpunkt des größeren inneren Deckungskreises mit dem oberen Schieberkreise. Nach rechts ausweichend braucht der Schieber nur um die innere Deckung minus dem ursprünglichen Abstand aus seiner mittleren Lage sich zu entfernen, wenn der Austritt rechts erfolgen soll, daher erfolgt der Austritt rechts, wenn die Kurbel gerichtet ist wie die Linie im Diagramm, vom Mittelpunkt durch den Schnittpunkt des kleineren inneren Deckungskreises mit dem unteren Schieberkreis gezogen u. s. f. Es gelten daher die beiden größeren Deckungskreise für den unteren Schieberkreis.

Wenden wir uns nun von der einfachen festen Schiebersteuerung zu derjenigen, welche entweder Umsteuerung oder variable Expansion oder beides gleichzeitig gestattet.

Bei einer einfachen Schiebersteuerung, welche lediglich eine Umsteuerung gestattet, wie die auf Tafel 7 Fig. 4 und 5 dargestellte, kann es nicht zweifelhaft sein, wie der Schieber regulirt werden muß, sobald man sich die Mühe nimmt, sich durch Construction davon zu überzeugen, daß der Schieber, wenn er für den Vorwärtsgang eine annähernd symmetrische Dampfvertheilung bewirkt, auch für den Rückwärtsgang richtig steht.

Zu dem Ende braucht man nur in dem Diagramm die beiden Schieberkreise für den Rückwärtsgang zu zeichnen, wie im Diagramm Fig. 2 Tafel 14 geschehen ist. Die Schieberkreise für den Rückwärtsgang sind, zum Unterschied von den zuerst construirten Kreisen, punktirt gezogen.

Zur Construction dieses zweiten Paares von Schieberkreisen, welche wir kurz die Rückwärtskreise nennen können, bedarf es nur der ein-

fachen Betrachtung, daß das Excentric mit der Kurbel den Winkel 90° + δ, in der Richtung der Drehung gemessen, einschließen muß. Wenn daher der Schieberkreis für den Vorwärtsgang so gezeichnet wurde, daß der Winkel δ nach oben rechts von der Verticalen abgetragen wurde, so muß derselbe Winkel δ für den Rückwärtskreis nach unten rechts von der Verticalen abgetragen werden. Vorwärts- und Rückwärtsstellung des Excentrics schließen dann also den Winkel

$$180^0 - 2\,\delta$$

oder den doppelten Complementwinkel vom Voreilungswinkel δ mit einander ein. Auf diese Weise sind die Rückwärtskreise in Fig. 2 entstanden. Man muß sich nun vergegenwärtigen, daß der Rückwärtsschieberkreis unten rechts ebenso den Schieberweg nach links anzeigt, wie der Vorwärtskreis oben rechts. Hiernach sieht man auf den ersten Blick, daß die größeren Deckungskreise für den Rückwärtskreis unten rechts gelten, die kleineren Deckungskreise dagegen für den Rückwärtskreis oben links und daß in Folge dessen die Kurbelstellungen für Expansion rechts, Expansion links, Compression rechts und links u. s. w. beim Rückwärtsgang so symmetrisch zu den gleichbenannten Kurbelstellungen des Vorwärtsganges liegen, daß die zugehörigen Kolbenstellungen für den Rückwärts- und Vorwärtsgang ganz identisch sind.

Man braucht daher bei der einfachen Umsteuerung, wo das Excentric mit Schlitz und Stellschraube versehen ist, nur den Schieber auf den Vorwärtsgang richtig zu reguliren, worauf derselbe für den Rückwärtsgang eine ganz identische Dampfvertheilung bewirkt, vorausgesetzt, daß der Schlitz im Excentric seine richtige Länge hat. Von der richtigen Länge des Schlitzes im Excentric kann man sich leicht folgendermaßen überzeugen. Man stellt die Kurbel auf den todten Punkt und notirt die anfängliche Oeffnung des Schiebers für den Vorwärtsgang. Wird dann das Excentric so viel gedreht als der Schlitz gestattet, so muß die anfängliche Oeffnung zu Ende der Drehung, während die Kurbel ihre Lage behauptete, genau dieselbe sein wie die soeben notirte.

Etwas abweichend hiervon verhält sich nun die variable Expansionssteuerung mit einem Schieber. Um hierbei ein Beispiel zu wählen, nehmen wir die schon oben beschriebene und durch ihre Einfachheit besonders bemerkenswerthe Hartnell & Guthrie'sche Expansionsschiebersteuerung. Im Allgemeinen kann die Veränderung der Expansion mit

einem Schieber dadurch bewirkt werden, daß man entweder den Voreilungswinkel, oder den Hub des Excentrics, oder beide gleichzeitig ändert. Bei der Hartnell & Guthrie'schen Expansionsschiebersteuerung nun geschieht die Veränderung der Expansion in der zuletzt erwähnten Weise d. h. so, daß gleichzeitig der Voreilungswinkel größer und die Excentricität kleiner gemacht wird, wenn die Expansion höher werden soll. Wenn nämlich das Excentric Fig. 1—3 Tafel 7 in der Richtung des Schlitzes der festen Scheibe verschoben wird, so beschreiben alle Punkte desselben, also auch der Mittelpunkt, eine gerade Linie parallel dem Schlitz, so daß, wenn die Schieberkreise für die beiden äußersten Stellungen Vorwärts und Rückwärts wie die mit V_1 und R_1 bezeichneten Kreise im Diagramm Fig. 3 Tafel 14 gezeichnet sind, man nur die Mittelpunkte dieser beiden Kreise durch eine gerade Linie zu verbinden nöthig hat, um den geometrischen Ort aller Schieberkreismittelpunkte zu finden. Jeder Kreis, der seinen Mittelpunkt in dieser Geraden hat und der durch den Mittelpunkt des Diagrammes geht, kann als Schieberkreis angesehen werden und man sieht leicht, daß je näher man den Mittelpunkt des Schieberkreises den genannten äußersten Stellungen bringt, desto kleiner der Voreilungswinkel und desto größer die Excentricität wird. Umgekehrt, wenn man sich von der äußersten Stellung vorwärts entfernt, so vergrößert man den Voreilungswinkel uud verkleinert die Excentricität; in Folge dessen arbeitet die Maschine mit weniger Füllung oder höherer Expansion.

In dem Diagramm Fig. 3 Tafel 14 sind für die äußersten Schieberkreise dieselben Verhältnisse beibehalten, wie bei dem Diagramm Fig. 2, mit dem einzigen Unterschiede, daß der Schieber hier aus Gründen, welche sogleich näher auseinander gesetzt werden sollen, keine innere Deckung erhalten hat. Außer den mit V_1 und R_1 bezeichneten beiden Paaren von Kreisen, deren ersteres, wie der Buchstabe V andeuten soll, für den Vorwärtsgang, letzteres für den Rückwärtsgang gelten soll, sind in dem Diagramm, wie man sieht, noch zwei Paare von Kreisen für den Vorwärtsgang und die gleiche Anzahl symmetrisch dazu liegender Kreise für den Rückwärtsgang gezeichnet und es soll nun zunächst die Aufgabe sein, zu entscheiden, wie der Schieber zu reguliren ist.

Schon aus dem oben Gesagten geht hervor, daß der Schieber, wenn für irgend eine Excentricstellung vorwärts richtig regulirt, für den Rückwärtsgang eine ganz identische Dampfvertheilung bewirkt. Anders verhält sich jedoch die Sache bei den verschiedenen Excentric-

stellungen, wie sie verschiedenen Expansionsgraden entsprechen. Angenommen der Schieber wäre ganz richtig eingestellt für diejenige Excentricstellung, welche dem Schieberkreis V_I entspricht, so kann man sich leicht durch Construction überzeugen, daß für die zum Schieberkreis V_{III} gehörige Excentricstellung die Dampfvertheilung eine sehr unsymmetrische ist. Noch verschiedener wird die Dampfvertheilung auf den beiden Seiten des Dampfcylinders bei niedrigeren Füllungsgraden. Da nun aber offenbar an sich schon der Gang einer Dampfmaschine bei den niedrigeren Füllungsgraden ein unregelmäßigerer ist als bei den höheren, so wird der Gang einer Maschine, die mit der in Rede stehenden Steuerung versehen ist, ein außerordentlich unregelmäßiger für die niedrigen Füllungsgrade sein müssen, wenn der Schieber für den höchsten Füllungsgrad richtig regulirt wird.

Eben so wenig, wie es hiernach zuläßig erscheint, den Schieber für die höchste Füllung richtig zu reguliren, ist es zuläßig, den Schieber für den niedrigsten Füllungsgrad richtig zu reguliren, da dann wieder nach der anderen Seite hin der Fehler zu groß wird. Auch ist es in der Praxis nicht wohl ausführbar, bei jeder Veränderung des Expansionsgrades den Schieber von neuem zu reguliren. Man schlägt daher zweckmäßiger Weise in der Praxis einen Mittelweg ein, indem man den Schieber für diejenige Stellung richtig regulirt, bei welcher er halbe Füllung bewirkt. Hiernach ist Fig. 3 gezeichnet. Es arbeitet jetzt bei höchstem Füllungsgrade die rechte und bei niedrigerem Füllungsgrade die linke Seite des Dampfcylinders mit etwas zu viel Füllung, jedoch nimmt das Unsymmetrische in der Dampfvertheilung innerhalb der Grenzen der Fig. 3 keinen hohen Grad an.

Ein mit variabler Expansion arbeitender Schieber muß daher für einen mittleren Expansionsgrad regulirt werden, wenn man verlangt, daß auch bei den äußersten Graden der Expansion eine erträgliche Symmetrie der Dampfvertheilung stattfinden soll.

Es mag die Bemerkung hier am Platz sein, daß dieser Satz nicht lediglich für die specielle so eben beschriebene variable Expansionssteuerung gilt, sondern im Allgemeinen für alle variablen Steuerungen, auch Doppelschiebersteuerungen, bei denen der Expansionsschieber stets, wie man kurz sagt, „auf halb" richtig eingestellt werden muß.

Sobald die richtige Schieberstellung in dieser Art gefunden ist, so kann man auch für die Steuerung mit variabler Expansion die rich-

tigen Kolbenstellungen für jeden Expansionsgrad finden. Dann aber hat man, wie nun kurz gezeigt werden soll, das Mittel in der Hand, für alle Expansionsgrade eine graphische Darstellung der Dampfwirkung im Innern des Dampfcylinders zu entwerfen, ähnlich derjenigen, welche man durch den Indicator erhält.

Ehe hierauf speciell eingegangen wird, soll zunächst einiges über das Verhalten des Dampfes im Dampfcylinder, während der verschiedenen Perioden, gesagt werden. Diese Perioden sind, wie schon aus dem Obigen hervorgeht, die Eintrittsperiode, die Expansionsperiode, die Austrittsperiode und die Compressionsperiode:

1. Die Eintrittsperiode.

Für die Eintrittsperiode ist zunächst der folgende Grundsatz an die Spitze zu stellen: Die Dampfspannung im Dampfcylinder kann selbstverständlich nicht höher sein als die Spannung im Dampfkessel, sie richtet sich im Uebrigen aber nicht nach der Kesselspannung, sondern einzig und allein nach dem Widerstande, welchen der Dampfkolben zu überwinden hat.

Gesetzt es sei im Dampfkessel eine Spannung von 5 Kilogramm pro Quadratcentimeter und die Maschine laufe leer, so daß der Dampfkolben nur einen Widerstand leistet, welchem eine Dampfspannung von $1/4$ Kilogramm pro Quadratcentimeter der Kolbenfläche entspricht, so wird sich der Kolben in Bewegung setzen, sobald der Dampfdruck des einströmenden Dampfes diese Höhe erreicht hat und je schneller dann der Dampf nachströmen kann, desto größer wird die Geschwindigkeit sein, mit welcher sich der Kolben bewegt; eine Geschwindigkeit, die bekanntlich durch den Centrifugalregulator regulirt wird. Der Centrifugalregulator, indem er die Drosselklappe annähernd schließt, bewirkt, daß nicht in dem Maße Dampf nachströmen kann, wie der Dampfkolben durch seine Bewegung Raum hinter sich frei läßt, wodurch die Dampfspannung sinkt und die Bewegung des Kolbens statt einer beschleunigten, eine verzögerte wird.

Offenbar kann daher die Dampfspannung im Cylinder während der Eintrittsperiode nicht gleich derjenigen des Kessels werden, es sei denn, der Dampfkolben stehe still oder bewege sich dem Dampf entgegen, welcher letztere Fall bekanntlich eintritt, wenn der Dampfcanal in Folge des Voreilens des Schiebers geöffnet wird, ehe der Kolben seinen

vollen Weg zurückgelegt hat. Sobald der Kolben sich fortbewegt, kann nur in dem Falle ein Nachströmen des Dampfes stattfinden, daß eine Spannungsdifferenz zwischen dem Inneren des Dampfcylinders und dem Dampfraum des Kessels existirt. Es hängt von dem Verhältniß der Weite des Zuleitungscanals zu dem Product aus Cylinderquerschnitt und Kolbengeschwindigkeit ab, einen wie hohen Procentsatz von der Kesselspannung man höchstens, als während der Dampfeintrittsperiode im Cylinder herrschend, annehmen darf.

Es gilt als Regel, bei Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen den Querschnitt des Dampfzuleitungsrohres $^1|_{20}$ von dem Querschnitt des Cylinders zu nehmen. Dann kann man annehmen, daß bei einer Kolbengeschwindigkeit von 4 bis 5 Fuß (1^m 22 bis 1^m 52), wenn der Widerstand, der zu überwinden ist, so groß ist, daß dabei der Absperrschieber und die Drosselklappe vollständig geöffnet sein können, die Dampfspannung im Cylinder während der Dampfeintrittsperiode 0,9 bis 0,8 von der Kesselspannung betrage.

Gegen Ende der Eintrittsperiode, wo der Dampfschieber den Einströmungscanal zu verengen beginnt, tritt ein Sinken der Dampfspannung ein, welches den Uebergang von der Dampfeintrittsperiode zur Expansionsperiode nicht plötzlich erscheinen läßt. Dieser Uebergang ist um so kürzer, je schneller die Schieberbewegung in diesem Augenblick ist.

2. Die Expansionsperiode.

Die Expansionsperiode dauert von dem Schluß des Dampfeintritts bis zum Beginn des Dampfaustritts. Während der Dauer derselben sinkt der Dampfdruck im Cylinder nach einem bestimmten Gesetz. Dies Gesetz wird theoretisch genau durch die Poisson'sche Gleichung ausgedrückt, deren Werthe sich modificiren, je nachdem der Dampf gesättigt oder überhitzt ist, je nachdem der Dampfcylinder starker äußerer Abkühlung unterworfen, oder gut verkleidet, oder mit Dampfmantel versehen ist u. s. w.; für die Praxis empfiehlt es sich jedoch der Einfachheit wegen anzunehmen, daß sich der Dampf nach dem einfachen Mariotte'schen Gesetz verhält, daß nämlich sich die Spannung in irgend einem Moment der Expansionsperiode zu der beim Beginn derselben herrschenden Spannung verhält wie das anfängliche Volumen zu dem Volumen, bis zu welchem der Dampf in dem gewählten Moment

expandirt hat, oder, wie man kurz sagt, daß sich die Spannungen umgekehrt verhalten wie die Volumina.

Hierbei ist zu beachten, daß unter Spannungen die absoluten Spannungen verstanden sind und nicht blos der Ueberdruck über die äußere Atmosphäre, sowie daß man bei Berechnung des Dampfvolumen den sogenannten schädlichen Raum nicht außer Acht lassen darf.

3. Die Austrittsperiode.

Die Austrittsperiode theilt sich in zwei Abschnitte. Der Dampf strömt, wie wir bei der Betrachtung der Schiebersteuerungen gesehen haben, stets schon aus, bevor der Kolben seinen vollen Weg zurückgelegt hat und es findet daher noch gewissermaßen eine Nachwirkung des bereits in der Ausströmung begriffenen Dampfes statt, die noch zur Leistung der Maschine beiträgt. Sobald aber der Kolben sein Ende erreicht hat, leistet der nun fortwährend im Austritt begriffene Dampf dem Rückgange des Kolbens Widerstand. Die Größe des schädlichen Gegendrucks, der hieraus entsteht, hängt wesentlich von der Anordnung und Weite des Dampfausströmungsrohres ab. Außerdem ist aber auch die Höhe der Dampfspannung beim Beginn des Dampfaustritts hierauf nicht ohne Einfluß, so daß z. B. wenn eine Maschine mit starker Expansion arbeitet und der Dampf, wenn er den Cylinder verläßt, nicht viel über Atmosphärenspannung besitzt, der Gegendruck während der Ausströmungsperiode geringer ist als wenn dieselbe Maschine mit Volldruck arbeitet. Da bei den Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen der Ausströmungsdampf in der Regel zur Zugerzeugung benutzt wird, so ist schon von vornherein klar, daß die Pressung des Ausströmungsdampfes eine ziemlich bedeutende sein muß. Indicatorversuche des Verfassers, von denen weiter unten einige mitgetheilt werden, haben ergeben, daß bei Locomobilen von übrigens recht guten Verhältnissen, welche mit voller Füllung arbeiteten, der Gegendruck auf den Kolben während der Ausströmungsperiode bis zu 10 Pfund pro Quadratzoll engl. Ueberdruck (0,7 Kil. pro Quadratcentimeter) betrug, dagegen bei Locomobilen, die mit halber Füllung arbeiteten, nur etwa die Hälfte.

Da der Gegendruck des Ausströmungsdampfes die Leistung der Maschine nicht unwesentlich herabzieht, so ist es wichtig, bei einer Locomobile durch Indicatorversuch zu ergründen, wie groß dieser Gegen-

druck ist. Derselbe sollte nicht mehr als etwa 3 bis höchstens 4 Pfund pro Quadratzoll (0,2 bis 0,3 Kil. pro □cm) betragen und muß hiernach die Weite des Ausströmungscanals gewählt werden und der Schornstein, wenn es zur Zugerzeugung nöthig erscheint, die Prüsmann'sche Form erhalten, damit die Ausströmungsöffnung so weit wie möglich gehalten werden kann.

4. Die Compressionsperiode.

Für die Compressionsperiode nehmen wir ebenso wie für die Expansionsperiode das Mariotte'sche Gesetz als gültig an. Da man den Grad der Compression bei der Construction einer Maschine durch die Wahl der Größe der Schieberdeckungen bestimmen kann, so liegt in der Compression das Mittel, die nachtheiligen Wirkungen des sogenannten schädlichen Raumes möglichst herabzuziehen, umgekehrt, wenn die Größe der Compression durch die Steuerung gegeben ist, so muß die Größe des schädlichen Raumes danach berechnet werden. Es gilt als Regel, daß die Compression, wenn möglich, bis zur höchsten Cylinderspannung, keinenfalls aber höher als die Kesselspannung getrieben werden darf.

Zeichnung des Diagramms.

Um die genannten verschiedenen Perioden der Dampfwirkung im Dampfcylinder in ihrer Aufeinanderfolge graphisch darzustellen, wird folgendermaßen verfahren.

Nachdem die Kolbenstellungen für den Beginn des Eintritts, der Expansion u. s. w. vermittelst des Zeuner'schen Schieberdiagrammes ermittelt sind, wie auf Tafel 14, Fig. 2 und 3 gezeigt ist, trägt man auf einer horizontalen Linie die Länge des Kolbenweges in einem beliebigen Maßstabe ab, wozu man am einfachsten den im Schieberdiagramm für den Dampfcylinder gewählten Maßstab benutzt. An die Endpunkte dieser Linie trägt man nun noch in demselben Maßstab die auf den Cylinderquerschnitt reducirten schädlichen Räume ab, das heißt ein Stück, welches gleich ist dem wirklichen lichten Zwischenraum, der bei der Endstellung des Kolbens zwischen letzterem und dem Cylinderdeckel stattfindet, vermehrt um eine berechnete Länge des Cylinders, welche denselben Inhalt besitzen würde wie der Dampfeintrittscanal. Auf

dieser horizontalen Achse sind nun die Kolbenwege abzutragen, während die zugehörigen Dampfspannungen als senkrechte Ordinaten nach einem beliebig gewählten Maßstabe aufzutragen sind, wie nun an einem speciellen Fall noch näher erläutert werden soll.

Der auf Tafel 6 dargestellte Locomobilencylinder diene als Beispiel und gelte für die Schiebersteuerung desselben das auf Tafel 14 Fig. 2 dargestellte Diagramm.

Es beträgt für diesen Cylinder:

Der Durchmesser im Lichten . . .	$9\frac{1}{4}$″ engl.	(235^{mm})
„ lichte Querschnitt	67,2□″ engl.	(433,7 $□^{cm}$)
„ Durchmesser der Kolbenstange .	$1\frac{3}{8}$″ engl.	(35^{mm})
„ Querschnitt „ „	1,485□″ engl.	(9,6$□^{cm}$)
„ lichte Zwischenraum zwischen Cylinderdeckel und Kolben bei der Endstellung des letzteren .	$\frac{3}{8}$″ engl.	($9{,}5^{mm}$)

Der Raum im Dampfeintrittscanal sei berechnet zu 6″ . 5″ . $\frac{5}{8}$ = $18\frac{3}{4}$ Cubikzoll (307 $cub.^{cm}$), was einer Verlängerung des Cylinders gleich kommt von ca. $\frac{1}{4}$″ ($6{,}5^{mm}$), daher wird der ganze schädliche Raum durch eine Cylinderlänge von $\frac{5}{8}$″ repräsentirt (16^{mm})

Der Kolbenweg beträgt 12″ engl. (305^{mm}).

In Fig. 4^a Tafel 14 ist nun die Länge des Kolbenweges in demselben Maßstabe wie in Fig. 2 ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.) abgetragen und an den Endpunkten A und B Ordinaten errichtet. Ueber A und B hinaus ist nach jeder Seite der auf den Cylinderquerschnitt reducirte schädliche Raum ($\frac{5}{8}$″ abgetragen, wobei der kleine Unterschied in dem Cylinderquerschnitt, der durch die Kolbenstange herbeigeführt wird, vernachlässigt ist. Jetzt wird ein Maßstab für die Dampfspannung gewählt, der unter Fig. 4^a gezeichnet ist und es wird nun zunächst nach diesem Maßstabe in einem Abstande von 1,03 Kil. pro Quadratcentimeter (1 Atmosphäre) eine horizontale Linie unterhalb AB gezogen, die mit der Bezeichnung Nulllinie versehen ist, während AB die atmosphärische Linie heißt.

Es werde nun ferner angenommen, daß die Kesselspannung 4,1 Kil. pro Quadratcentimeter Ueberdruck betrage und die Maximalspannung im Cylinder 0,9 der Kesselspannung oder 3,7 Kil. pro $□^{cm}$. Letztere Größe ist dann in dem zu zeichnenden Diagramm als Ordinate nach dem gewählten Maßstabe für die Dauer der Eintrittsperiode, von der atmosphärischen Linie ab gemessen, aufzutragen. Die Endpunkte aller

dieser Ordinaten werden verbunden und bildet die Verbindungslinie derselben eine grade Linie parallel zur atmosphärischen Linie. Nur kurz vor dem Schluß der Eintrittsperiode wird eine Verminderung der Dampfspannung eintreten, welche durch die Verengung der Oeffnung des Dampfcanals durch den Dampfschieber vor dem gänzlichen Abschluß derselben hervorgerufen wird.

Die während der Expansionsperiode herrschenden Dampfspannungen sind leicht zu berechnen, wenn man das oben angeführte Mariotte'sche Gesetz zu Hülfe nimmt. Beispielsweise ist in dem Diagramm Fig. 4^a die Entfernung der Kolbenstellung beim Beginn der Expansion von der ersten Senkrechten, die durch Antragen des auf den Cylinderquerschnitt reducirten schädlichen Raumes gefunden ist, $75{,}5^{mm}$; die Entfernung der Kolbenstellung beim Ende der Expansion 102^{mm}; der totale Dampfdruck (im Diagramm von der Nulllinie gemessen) beim Beginn der Expansion 4,5 Kil. pro $\square^{cm}$. Daher ist die Dampfspannung beim Schluß der Expansion $\frac{75{,}5 \ . \ 4{,}5}{102} = 3{,}3$ Kil. pro $\square^{cm}$, wie solches im Diagramm eingeschrieben ist. Ebenso findet man für die Zwischenstellungen des Kolbens die Dampfspannung unter stätiger Benutzung der Formel

$$p_{,} = p \cdot \frac{v}{v_{,}} = p \cdot \frac{l}{l_{,}}$$

worin l und $l_{,}$ die respectiven durchlaufenen Cylinderlängen vermehrt um die Länge des ganzen auf den Cylinderquerschnitt reducirten schädlichen Raumes bedeuten.

Auf die Expansion folgt der Austritt des Dampfes, in Folge dessen die Spannung des Dampfes schnell, wenn auch nicht ganz plötzlich sinkt. Nach der Umkehr des Kolbens soll die Dampfspannung constant möglichst niedrig sein, so daß das Diagramm wie Fig. 4^a, eine horizontale, möglichst dicht über der atmosphärischen Linie befindliche, fast gerade Linie bis zum Beginn der Compression bildet.

Die Compressionsspannungen werden wieder nach dem Mariotte'schen Gesetz berechnet und ist damit das Diagramm vollendet.

Die einfache Betrachtung nun, daß die Ordinaten der oberen Hälfte der gezeichneten geschlossenen Curve den Dampfdruck für den Hingang des Kolbens, dagegen die Ordinaten der unteren Hälfte des Diagrammes den schädlichen Gegendruck bezeichnen, lehrt, daß man nur

die beiden mittleren Ordinaten für die obere und untere Hälfte des Diagrammes zu berechnen und letztere von ersterer zu subtrahiren hat, um den mittleren nutzbaren Dampfdruck für einen Kolbenhub zu finden.

So sind wir denn nun auf dem Wege allerdings etwas weitläufiger, weil elementar gehaltener, Auseinandersetzungen zu einer höchst einfachen Methode gelangt, den mittleren nutzbaren Dampfdruck im Dampfcylinder einer Locomobile zu finden dnrch Zeichnung eines Diagrammes, welches dem Constructeur außerdem den Vortheil gewährt ihm den Vorgang im Dampfcylinder während der Arbeit auf das Klarste zu veranschaulichen, Dimensionenfehler sofort erkennen läßt und endlich einen Vergleich mit einem von der ausgeführten Maschine auf dem Wege der Prüfung vermittelst des Indicators gewonnenen Diagrammes gestattet.

Die Berechnung der mittleren Ordinate unseres Diagrammes kann geschehen, indem man eine beliebige Anzahl Ordinaten in gleichen Abständen von einander zieht, die Längen derselben, auf dem gewählten Maßstabe gemessen, addirt und durch die Anzahl der Ordinaten dividirt, also mit anderen Worten, indem man aus einer gewählten Anzahl in gleichem Abstand gezogener Ordinaten das arithmetische Mittel nimmt. Genauer verfährt man jedoch, indem man die Simpson'sche Regel anwendet, welche bekanntlich dadurch entstanden ist, daß drei auf einander folgende Punkte stets als zu einer Parabel gehörig angesehen werden. Die Simpson'sche Regel heißt:

$$O = \frac{h_0 + 2\,(h_2 + h_4 + h_6 + \ldots) + 4\,(h_1 + h_3 + h_5 + \ldots) + h_n}{3n}$$

worin n eine beliebige gerade Zahl gleich der Anzahl gleicher Theile, in welche die Curve durch die Ordinaten zerlegt ist, h_0, h, h_2 u. s. w. die einzelnen Ordinaten und O die mittlere Ordinate bedeutet.

Wird daher, um unser Beispiel fortzusetzen, das Diagramm Fig. 4ª in 10 gleiche Theile zerlegt, wie in Fig. 4ᵇ Tafel 14 geschehen ist, so findet man, da $n = 10$ ist

$$O = \frac{h_0 + 2\,(h_2 + h_4 + h_6 + h_8) + 4\,(h_1 + h_3 + h_5 + h_7 + h_9) + h_{10}}{30}$$

Setzen wir hierin die nach dem Maßstab abgemessenen und im Diagramm Fig. 4ᵇ verzeichneten Werthe für die Längen der Ordinaten der oberen Hälfte des Diagrammes ein, so erhalten wir

$$O = \frac{3,4 + 2(3,7 + 3,7 + 3,6 + 2,8) + 4(3,7 + 3,7 + 3,7 + 3,4 + 2,4) + 1,4}{30}$$

und daraus O = 3,33 Kil. pro □cm

Für die untere Hälfte des Diagrammes erhalten wir ebenso

$$o = \frac{3 + 2\,(0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,3) + 4\,(0,6 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3) + 1}{30}$$

o = 0,4 Kil. pro □cm

Daher die mittlere nutzbare Dampfspannung während des ganzen Kolbenhubes

$$O - o = 3,33 - 0,4 = 2,93$$

Setzen wir diesen Werth in den oben aufgestellten Ausdruck für die Leistung der Dampfmaschine

$$F \cdot p_n \cdot l \cdot \frac{u}{30} - f \cdot p_n \cdot l \cdot \frac{u}{60}$$

und berücksichtigen wir, daß in unserem Beispiel

$$F = 433,7$$
$$l = 0,305$$
$$f = 9,6$$

und daß man annehmen kann, daß eine Locomobilenmaschine von den angegebenen Dimensionen zweckmäßig mit ca. 130—140 Touren pro Minute arbeitet, setzen also

$$u = 130$$

so erhalten wir die Leistung der Maschine für eine Secunde zu

$$K = 433,7 \cdot 2,93 \cdot 0,305 \cdot \frac{130}{30} - 9,6 \cdot 2,93 \cdot 0,305 \cdot \frac{130}{60}$$

L = 1660 Meterkilogramm pro Secunde oder

$\frac{1660}{75} = 22,1$ Pferdestärken.

Man kann annehmen, daß bei guter Ausführung hiervon 80 bis 90 Procent nutzbar gemacht werden oder $17^1/_2$ bis 20 Pferdestärken.

Das gezeichnete Diagramm bietet nun auch den einfachsten Weg zur Ermittelung des Dampfverbrauchs der Maschine, welcher oben der Berechnung der Kesseldimensionen zu Grunde gelegt wurde. Oben wurde durch S das von dem Dampfkessel der Locomobile stündlich zu verdampfende Wasserquantum in Kilogramm bezeichnet und dabei einfach vorausgesetzt, daß sich die Größe A auf irgend einem Wege ermitteln lasse. Letzteres geschieht nun vermittelst des Diagrammes einfach auf folgende Weise. Es wird der Inhalt des Dampfcylinders

einschließlich des schädlichen Raumes ermittelt, welcher am Ende der Admissions- oder Eintrittsperiode mit Dampf gefüllt ist. Da aus Tabellen, welche sich fast in jedem technischen Taschenbuch befinden, das specifische Gewicht des gesättigten Wasserdampfes von bekannter Spannung zu ersehen ist, so ist man leicht im Stande, das Gewicht des in dem Cylinder zu Ende der Einströmungsperiode vorhandenen Dampfes zu berechnen. Bringt man hiervon das Gewicht des zu Ende der Compression im Cylinder vorhandenen Dampfes in Abzug, so hat man offenbar das für den einfachen Kolbenhub verbrauchte Dampfquantum.

Aus dem Diagramm Fig. 4^a, welches in $^1/_3$ nat. Gr. gezeichnet ist, findet sich die Entfernung des Kolbens beim Schluß des Dampfeintritts vom Anfang des Cylinders einschließlich der den schädlichen Raum repräsentirenden hinzugefügten Länge $= 227^{mm}$. Dies multiplicirt mit dem Querschnitt des Cylinders giebt 9845 Cubikcentimeter Dampf, welcher die totale Spannung von 4,5 Kil. p. $\square^{cm}$ besitzt und nach Zeuner 2,4 Kilogramm pro Cubikmeter wiegt, daher das Gesammtgewicht des im Cylinder zu Ende der Expansionsperiode befindlichen Dampfes

$$0{,}009845^{cm} = 0{,}023628 \text{ Kil.}$$

Zu Ende der Compresssion ist ein Raum im Cylinder mit Dampf erfüllt, welcher einschließlich des schädlichen Raumes eine Cylinderlänge repräsentirt von $1{,}8^{cm}$ oder einen Inhalt von 780 Cubikcentimeter und daher bei einer totalen Spannung von 4 Kilogramm pro Quadratcentimeter ein Gewicht von

$$0{,}00078 \;.\; 2{,}2 = 0{,}001716 \text{ Kil. hat.}$$

Daher die für einen einfachen Kolbenschub verbrauchte Dampfmenge

$$0{,}023628 - 0{,}001716 = 0{,}021912 \text{ Kil.}$$

oder abgekürzt 0,022 Kil. beträgt.

Wenn wir nun annehmen, daß auf der andern Seite des Cylinders das gleiche Dampfquantum verbraucht wird, so wird bei 130 Umdrehungen der Maschine pro Minute der totale Dampfverbrauch pro Stunde sein

$$S = 2 \;.\; 0{,}022 \;.\; 130 \;.\; 60 = 343 \text{ Kil.}$$

welcher Werth der Berechnung von Heiz- und Rostfläche des Kessels zu Grunde zu legen ist, wie oben näher angegeben ist.

In ähnlicher Weise wie für die so eben besprochene Steuerung,

sind nun auf Taf. 14 in den Figuren 5^a bis 7^b die Diagramme für drei verschiedene Expansionsgrade einer variablen Steuerung mit einem Schieber gezeichnet und zwar hat das in Fig. 3 gezeichnete Schieberdiagramm hierbei als Grundlage gedient.

Wenn für den Dampfcylinder hierbei dieselben Maße beibehalten werden wie bei dem soeben durchgeführten Beispiel, nur mit dem Unterschiede, daß der schädliche Raum etwas größer vorausgesetzt wird, so daß die denselben repräsentirende Cylinderlänge 21^{mm} beträgt, so ergiebt sich aus Diagramm Fig. 5^a und 5^b

$$O = \frac{3{,}5 + 2(3{,}7 + 2{,}4 + 1{,}3 + 0{,}5) + 4(3{,}7 + 3{,}3 + 1{,}7 + 1 + 0{,}2) + 0{,}1}{30}$$

$O = 1{,}966$ und

$$o = \frac{3{,}5 + 2(0{,}5 + 0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}1) + 4(1{,}4 + 0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}1) + 0{,}1}{30}$$

$o = 0{,}41$

also $p_n = O - o = 1{,}966 - 0{,}41 = 1{,}556$ Kil. pro $\square^{cm}$

Die Leistung der Maschine wird daher

$$L = 433{,}7 \,.\, 1{,}556 \,.\, 0{,}305 \,.\, \frac{130}{30} - 9{,}6 \,.\, 1{,}556 \,.\, 0{,}305 \,.\, \frac{130}{60} = 892$$

Meterkilogramm pro Secunde oder 11,9 Pferdestärken.

Beim Beginn der Expansion sind im Cylinder enthalten

$433{,}7 \,.\, 10{,}2 = 4424$ Cubikcentimeter Dampf,

welche bei einer totalen Spannung von 4,6 Kil. pro $\square^{cm}$

$0{,}004424 \quad 2{,}45 = 0{,}0108388$ Kilogramm wiegen.

Das zu Ende der Compression im Cylinder enthaltenen Quantum Dampf beträgt

$$\frac{433 \,.\, 7 \,.\, 3 \,.\, 2{,}4}{1\,000\,000} = 0{,}0031226 \text{ Kilogramm,}$$

Daher werden $0{,}0108388 - 0{,}0031226 = 0{,}0077162$ oder abgekürzt 0,0077 Kilogramm Dampf für jeden Kolbenschub, also das Doppelte für jede Umdrehung und bei 130 Umdrehungen pro Minute für die Stunde

$2 \,.\, 0{,}0077 \,.\, 130 \,.\, 60 = 120$ Kilogramm

verbraucht oder pro Stunde und Pferdestärke 10 Kilogramm.

Das Diagramm Fig. 6^a und 6^b Tafel 14 ist für einen etwas höheren Füllungsgrad gezeichnet. Man erhält dafür

$$O = \frac{3{,}2 + 2(3{,}7 + 3{,}6 + 2{,}7 + 1{,}8) + 4(3{,}7 + 3{,}7 + 3{,}4 + 2{,}2 + 1{,}1) + 0{,}4}{30}$$

$O = 2{,}78$ Kil. pro $\square^{cm}$ und

$$o = \frac{3{,}1 + 2(0{,}15 + 0{,}15 + 0{,}15 + 0{,}15) + 4(0{,}7 + 0{,}15 + 0{,}15, + 0{,}15 + 0{,}2) + 0{,}3}{30}$$

$o = 0{,}33$ Kil. p. $\square^{cm}$

$p_n = O - o = 2{,}78 - 0{,}33 = 2{,}45$ Kil. pro $\square^{cm}$

Ferner die Leistung der Maschine

$$L = 433{,}7 \,.\, 2{,}45 \,.\, 0{,}305 \,.\, \frac{130}{30} - 9{,}6 \,.\, 2{,}45 \,.\, 0{,}305 \,.\, \frac{130}{60}$$

= 1388,8 Meterkilogramm pro Secunde oder 18,5 Pferdestärken.

Beim Beginn der Expansion sind im Cylinder enthalten

433 . 7 . 17,1 = 7416 Cubikcentimeter Dampf,

welche bei einer totalen Spannung von 4,5 Kilogramm pro Quadratcentimeter 2,4 . 0,007416 = 0,0177984 Kil. wiegen.

Zu Ende der Compression sind im Cylinder enthalten

433,7 . 2,4 = 1030,88 Cubikcentimeter Dampf,

welche bei einer totalen Spannung von 3,7 Kil. pro Quadratcentimeter 0,00103088 . 1,57 = 0,0016185 Kilogramm wiegen.

Daher werden für jeden Kolbenhub

0,0177984 — 0,0016185 = 0,0161799 oder abgekürzt

0,0162 Kilogramm Dampf oder pro Stunde

2. 0,0162 . 130 . 60 = 253 Kilogramm

oder pro Stunde und Pferdestärke $\frac{253}{18{,}5} = 13{,}7$ Kilogramme, Dampf verbraucht.

Das in den Figuren 7[a] und 7[b] Tafel 14 gezeichnete Diagramm gilt für den höchsten Füllungsgrad der Steuerung. Hier ist,

$$O = \frac{3{,}1 + 2(3{,}7 + 3{,}7 + 3{,}6 + 2{,}9) + 4(3{,}7 + 3{,}7 + 3{,}7 + 3{,}5 + 2{,}4) + 1{,}4}{30}$$

$O = 3{,}34$ Kil. pro $\square^{cm}$

und

$$o = \frac{2{,}1 + 2(0{,}2 + 0{,}2 + 0{,}2 + 0{,}2) + 4(0{,}4 + 0{,}2 + 0{,}2 + 0{,}2 + 0{,}3) + 0{,}8}{30}$$

$o = 0{,}32$

also $p_n = O - o = 3{,}34 - 0{,}32 = 3{,}02$ Kil. pro $\square^{cm}$

Die Leistung der Maschine ist

$$L = 433,7 \,.\, 3,02 \,.\, 0,305 \,.\, \frac{130}{30} - 9,6 \,.\, 3,02 \,.\, 0,305 \,.\, \frac{130}{60}$$

$L = 1731 - 19 = 1712$ Meterkilogramm pro Secunde

oder $\frac{1712}{75} = 22,8$ Pferdestärken.

Bei Beginn der Expansion sind im Cylinder enthalten 433,7 . 23,4 = 10148 Cubikcentimeter Dampf, welche bei einer Totalspannung von 4,5 Kil. pro □^{cm}

2,4 . 0,010148 = 0,0243552 Kilogramm wiegen.

Zu Ende der Compressionsperiode sind im Cylinder enthalten 2,1 . 433,7 = 911 Cubikcentimeter Dampf von einer Totalspannung von 3,1 Kil. pro □^{cm} enthalten. Dieselben wiegen

0,000911 . 1,7 = 0,0015487 Kil.

Daher werden für jeden Kolbenhub

0,0243552 — 0,0015487 = 0,0228065 oder abgekürzt

0,0228 Kil. Dampf, also pro Stunde

2 . 0,0228 . 130 . 60 = 356 Kilogramm oder

pro Stunde und Pferdestärke 15,6 Kilogramm Dampf verbraucht.

Aus diesen Zahlen erhellt zur Genüge, daß die Maschine beträchtlich weniger Dampf pro Stunde und Pferdestärke verbraucht, wenn sie höher expandirt. In Folge hiervon arbeitet sie selbstverständlich ökonomischer in Bezug auf den Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdestärke, wobei außerdem noch zu beachten ist, daß bis zu einem gewissen Grade auch noch die Production des Dampfes ökonomischer geschieht, wenn weniger producirt werden muß. Bei der Berechnung der Heizfläche des Kessels für eine mit variabler Expansion versehene Maschine muß selbstverständlich diejenige Dampfmenge zu Grunde gelegt werden, welche von der Maschine bei der höchsten durch die Steuerung gestatteten Füllung verbraucht wird.

Während im Obigen gezeigt ist, wie man die Leistung einer fertigen Maschine mit Hülfe des Zeuner'schen Schieberdiagramms und des daraus abzuleitenden Dampfdiagrammes berechnet, kann in der Praxis auch die Aufgabe entstehen, eine Locomobile für eine bestimmte Leistung zu berechnen. Dieser Fall ist zwar nicht so häufig, wie es auf den ersten Blick dem Uneingeweihten scheinen möchte, da in der Praxis Locomobilen von bestimmten Dimensionen ganz einfach, abgesehen von

ihrer wirklichen Leistung, so und soviel pferdig genannt werden und die größeren Fabriken unter sich keine sehr erheblichen Abweichungen in den Dimensionen ihrer Maschinen von gleicher Anzahl nomineller Pferdestärken zeigen, doch kann ja einmal der Fall eintreten, daß eine Locomobile für eine außergewöhnliche — kleine oder große — Leistung zu construiren ist. Für diesen Fall kann man ebenfalls den obigen Weg der Berechnung einschlagen, indem man folgendermaßen verfährt. Zunächst setzt man die Kesselspannung fest und den Füllungsgrad, mit welchem die Maschine arbeiten soll. Dann kann man sich über das Wesen der Steuerung entscheiden und Schieberdiagramm wie Dampfdiagramm vorläufig ohne Rücksicht auf die Dimensionen des Cylinders zeichnen. Man findet aus dem Diagramm die mittlere nutzbare Dampfspannung, sowie die für die Natur der Steuerung nothwendige Größe des sogenannten schädlichen Raumes und erhält dann durch Einsetzen in die oben angegebene Formel für die Leistung der Maschine, in welcher man noch den durch die Dimensionen der Kolbenstange bedingten zweiten Theil vorläufig vernachlässigen kann, den Werth, welchen das Product aus Kolbenhub in Metern und Cylinderquerschnitt in Quadratcentimetern, bei einer bestimmten Leistung, haben muß. Sobald man aber den Werth dieses Productes kennt, ist es leicht, die einzelnen Factoren desselben zu finden, wenn man für das Verhältniß des Cylinderdurchmessers zum Kolbenhub und für die Kolbengeschwindigkeit passende Werthe annimmt.

Für die Größe des Dampfeinströmungsrohres sowie der Dampfcanäle im Cylinder, hat man die practische Regel, daß dieselben $^1/_{20}$ des Kolbenquerschnittes zum lichten Querschnitt erhalten; bei schnell laufenden Maschinen macht man den Querschnitt derselben $^1/_{15}$ der Kolbenfläche; das Dampfausströmungsrohr sollte stets den doppelten Querschnitt des Einströmungsrohres in seiner ganzen Länge erhalten, nur an der Ausmündung desselben wird es in einem schlanken Conus verjüngt.

Für die Berechnung aller auf Festigkeit beanspruchter Theile der Locomobilenmaschine, deren Inanspruchnahme von dem im Cylinder herrschenden Dampfdruck abhängt, ist nicht der mittlere im Cylinder herrschende Druck zu Grunde zu legen, sondern der höchste Dampfdruck, der muthmaßlich im practischen Betriebe in irgend einem Augenblick im Cylinder vorhanden sein kann. Dazu muß man noch über die normale Spannung des Kessels hinausgehen, da in der Praxis

nicht selten der Dampfdruck im Kessel höher steigt, als normal ist. Man vermehrt die normale Dampfspannung im Kessel zweckmäßig um 20% und legt diesen Werth der Berechnung vom Durchmesser der Kolbenstange, Pleuelstange, Kurbelwelle u. s. w. zu Grunde.

Die Kurbelwelle wird auf Torsion berechnet nach der Formel

$$d = \sqrt[3]{\frac{20\ P\ .\ r}{\pi\ .\ k\ .}}$$

worin bedeutet:

P den auf die Kurbel wirkenden höchsten Druck in Kilogramm, welchen man gleich einem Product aus Kolbenfläche in Quadratcentimetern und normale Kesselspannung in Kilogramm pro □^{cm}, vermehrt um 20% setzt.

r den Radius der Kurbel in Millimetern,

k die zuläßige Belastung des Schmiedeeisens in Kilogramm pr. Quadratmillimeter,

d den Durchmesser der Kurbelwelle in Millimetern.

Nimmt man k = 7 Kil., so wird die Formel

$$d = 0{,}9 \sqrt[3]{P\ .\ r.}$$

Ist daher der Querschnitt des Dampfcylinders 432 Quadratcentimeter und die normale Dampfspannung im Kessel 5 Kil. pro □^{cm} also der gesammte der Berechnung zu Grunde zu legende Druck

$$5.\ 1{,}2.\ 433 = 2598 \text{ oder abgerundet } 2600 \text{ Kil.},$$

ist ferner der Kurbelhalbmesser 153^{mm}, so ist

$$P.\ r = 2600.\ 153 = 397800$$

$$\text{und } \sqrt[3]{397800} = 73{,}5$$

$$\text{also } d = 0{,}9\ .\ 73{,}5 = 66^{mm}$$

Auf relative Festigkeit berechnet man die Schwungradwelle nach der Formel

$$d = \sqrt[3]{3{,}2\ \frac{P.\ a.\ b.}{k.\ l.}} = 0{,}77 \sqrt[3]{\frac{P.\ a.\ b.}{l}}$$

worin bedeutet:

d den Durchmesser der Kurbelwelle in Millimetern,

P den auf die Kurbel übertragenen höchsten Druck in Kil.,

a und b die Abstände der Mitte der Schwungradwelle von den Lagern.

k die zuläßige Belastung des Materials in Kil. pro □^{mm},

l die freie Länge der Schwungradwelle zwischen den Lagern.

Setzen wir für unsern Fall l. = 770, a = 145, b = 625 so ist

$$d = \sqrt[3]{3{,}2 \frac{2600 \cdot 145 \cdot 625}{7 \cdot 770}} = 52^{mm}$$

Wird a = b, steht daher die Kurbel in der Mitte zwischen den Lagern, so wird die Formel

$$d = 0{,}485 \sqrt[3]{P \cdot l.}$$

In unserem Beispiel erhält man hieraus

$$d = 0{,}485 \sqrt[3]{2600 \cdot 770} = 61^{mm}.$$

Das Verfahren bei der Berechnung der Schwungradwelle ist nun bekanntlich, daß man die Welle sowohl auf Torsion als auf relative Festigkeit berechnet und von beiden Werthen den größeren nimmt, welchen man noch schätzungsweise um etwas vermehrt. In unserem Beispiel ist der Werth des Wellendurchmessers, welchen die Berechnung auf Torsion ergiebt, der größere und zwar sowohl wenn die Kurbel sich einseitig, als auch wenn sie sich in der Mitte der Welle befindet. Wird der Werth von 66^{mm}, der für den Torsionswiderstand gefunden ist, um ca. 10% des bei der Berechnung auf relative Festigkeit gefundenen Werthes vergrößert, so erhält man

$$d = 70^{mm}$$

welcher Werth mit bewährten practischen Ausführungen übereinstimmt.

Der Kurbelzapfen wird um ca. 6 — 7^{mm} schwächer gedreht als die Welle.

Den Durchmesser der Kolbenstange macht man halb so groß als den Durchmesser des Kurbelzapfens.

Der Durchmesser des Verbindungsbolzens zwischen Kolbenstange und Pleuelstange wird $^3/_4$ des Kurbelzapfendurchmessers; die zapfenförmigen Enden desselben, auf welche die Gleitklötze aufgesteckt werden, werden $^1/_5$ bis $^1/_4$ schwächer gemacht.

Ueber die Stärke der gußeisernen Theile als: Lagerböcke, Führungsträger, Führungen u. s. w. lassen sich bestimmte Formeln nicht auf-

stellen, hier ersetzt dem erfahrenen Constructeur das „Gefühl“ die Rechnung, der unerfahrene Constructeur hält sich am Besten an bewährte Ausführungen.

C. Der Wagen oder Fahrapparat (carriage, driving apparatus) der Locomobile.

Die Ansprüche an den Wagen der Locomobile sind in wenig Worten charakterisirt. Derselbe soll fest in sich und solide mit der Locomobile verbunden sein, er soll dauerhaft sein und den Transport der Locomobile auch auf schlechten Landwegen mit Leichtigkeit und Sicherheit gestatten; endlich soll derselbe der Locomobile Lenksamkeit verleihen.

Am rationellsten ist es ohne Zweifel, die Locomobile auf starke Federn (springs) zu stellen, jedoch ist bis jetzt nur hier und da ein Versuch hierzu gemacht; gewöhnlich sind die Radachsen unmittelbar mit der Maschine verbunden. Daß bei dieser Art der Construction bei längerem Transporte der Locomobile immer unvermeidlicher Schaden, durch die auf schlechten Wegen bedeutenden Stöße, entsteht, ist genugsam durch die Erfahrung bewiesen, es steht daher zu erwarten, daß hierin ein Fortschritt eintreten wird.

Bei den jetzt üblichen Constructionen von Locomobilen werden dieselben mit zwei Achsen versehen, deren vordere mit einem Drehschemel (bogie) versehen, deren hintere an dem hinteren Theil des Kessels befestigt ist.

Die Hinterachse (hind axle) wird bei den Kesseln von der Locomotivform häufig, wie Tafel 12 Fig. 1 zeigt, vor der Feuerbüchse gerade durchgeführt und vermittelst an die Außenwände der Feuerbüchse angenieteter Bleche, wie in der Figur, oder eines an der vorderen Feuerbüchsenplatte quer über die ganze Länge genieteten Winkels, befestigt. Die letztere Befestigungsart erscheint weniger gut, weil die Befestigungsniete des Winkeleisens beim Transport durch die Erschütterungen gelockert werden und Undichtigkeiten zeigen können.

Vielfach wird die Hinterachse auch in der Mitte der Feuerbüchse angebracht und gekröpft unter der Feuerbüchse durchgeführt. Dieser Construction wird nachgerühmt, daß der hierbei vergrößerte Radstand,

der Maschine eine größere Stabilität verleihe und daher die Erschütterungen bei der Arbeit vermindere. Jedenfalls ist dieselbe der ebenfalls hier und da beliebten Construction vorzuziehen, bei welcher die Achsschenkel (axle pin) mit angeschmiedeten Lappen versehen werden und jeder für sich an der äußeren Feuerbüchsenwand angenietet oder geschraubt wird.

Die Anbringung der Hinterachse unter Kesseln von der Biddel & Balk'schen Form, ist Tafel 5 Fig. 1 und Tafel 4 Fig. 1 hinlänglich deutlich gezeichnet, als daß hierüber noch etwas hinzuzufügen wäre.

Die Vorderachse (fore axle) wird an einem Drehschemel (bogie) befestigt. Die in England fast allgemein übliche Form dieses Drehschemels ist in Fig. 1 Tafel 12 und Fig. 1, 2 und 13 Tafel 13 gezeichnet. Derselbe ist ziemlich complicirt und paßt, wie auch Emil Perels hervorhebt, für unsere deutschen Verhältnisse nicht, weil unsere Pferde eine bewegliche Anspannung gewohnt sind, wie die, welche die Deichsel wie in Fig. 1 Tafel 4 anzubringen gestattet. Ein Drehschemel mit beweglicher Anspannung wird ganz von Schmiedeeisen von der Firma J. D. Garret, in Buckau bei Magdeburg geliefert.

Die Achsen selbst werden in der Regel quadratisch gemacht und nur die Achsenschenkel daran rund gedreht und zwar so, daß sie nach den Enden zu conisch abnehmen. Damit aber hierdurch nicht die Räder das Bestreben erhalten nach außen abzugleiten, werden dieselben, wie bekanntlich alle Wagenräder, auf Sturz (dishing) gearbeitet d. h. der Achsenschenkel wird nach unten gebogen, so daß seine geometrische Achse einen Winkel mit der Horizontalen bildet, welcher gemeiniglich um etwas größer genommen wird als der Winkel des Conus, nach welchem der Schenkel gedreht ist und dann werden die Räder so gearbeitet, daß die Speichen nicht senkrecht zur Mittellinie der Nabenbohrung stehen, sondern so, daß bei dem auf den Schenkel aufgeschobenen Rade die untere Speiche senkrecht auf dem Fußboden steht.

Das Material der Achsen ist Schmiedeeisen, auch angeblich hin und wieder Stahl.

Das Material, woraus die Räder gefertigt werden, ist sehr verschieden. Man macht dieselben

1) ganz aus Holz nur mit einer gußeisernen Achsenbüchse (axle box) und einem schmiedeeisernen Reif (hoop) versehen, ganz wie gewöhnliche Wagenräder und legt wie bei diesen auch wohl zwei schwächere eiserne Ringe um die hölzerne Nabe (nave). Diese Räder sind, wenn aus gutem

trockenem, wo möglich gedämpftem Holz — am besten Eschen für die Speichen und Ulmen-, Eichen- oder Buchenholz für Nabe und Felgen — gefertigt, für den ländlichen Betrieb allen anderen vorzuziehen. Selbstverständlich müssen dieselben angemessen stark verfertigt sein, sind dann aber auch außerordentlich widerstandsfähig und gewähren den großen Vortheil, daß, wenn einmal ein Bruch daran vorkommt, eine Reparatur daran selbst auf dem Lande leicht zu beschaffen ist. Freilich gewähren diese Räder nicht das elegante Aeußere, welches schmiedeeiserne Räder zeigen können.

2) Speichen (spokes) und Felgen (felloes) aus Holz und die Nabe (nave) aus Gußeisen. Diese Räder sehen bedeutend eleganter aus als diejenigen mit hölzernen Naben, man hört jedoch nicht selten Klagen darüber, daß dieselben bei anhaltender trockener Sommerhitze „bocklahm" werden d. h. daß die Speichen in den gußeisernen Naben lose werden. Wenn von vorn herein völlig trockenes und gedämpftes Holz zu den Speichen genommen ist, so kann ein solches Losewerden allerdings nur vorübergehend sein und ist durch Begießen mit Wasser sehr schnell zu beseitigen, immerhin kann es jedoch momentan störend sein. Diesem Umstand verdanken die Räder mit zweitheiligen gußeisernen Naben, welche vermittelst Schrauben die Speichen zwischen sich festklemmen und beim Losewerden der letzteren nachgezogen werden können, ihre Entstehung, wie dieselben von der Firma H. F. Eckert in Berlin für verschiedene Zwecke gefertigt werden.

3) Speichen aus Schmiedeeisen, Nabe und Kranz aus Gußeisen. Diese Räder sind sehr billig in der Anfertigung, da die aus Rundeisen gemachten Speichen mit eingeformt werden und das Rad daher nach geschehenem Guß, bis auf das Ausbohren der Nabe fertig ist. Beim Guß muß man die Vorsicht gebrauchen, zuerst nur den Kranz zu gießen, so daß die Speichenenden zunächst in der Mitte frei bleiben und der Zusammenziehung des Kranzes beim Erkalten keinerlei Hinderniß bieten. Erst wenn der Kranz erkaltet ist, wird die Nabe gegossen. Versäumt man diese Vorsicht, so erhält der gegossene Kranz eine Spannung, welche für seine Dauerhaftigkeit höchst nachtheilig ist, ja seinen Bruch beim Erkalten sofort zur Folge haben kann.

Aber selbst bei Beobachtung aller Vorsicht und Auswahl des besten Gußeisens sind diese Räder von sehr geringer Dauer und verdienen keine Empfehlung. Ein paar Fahrten auf einem holperigen Steindamm reichen in der Regel hin, um gußeiserne Radkränze, namentlich bei Maschinen von großem Gewicht, vollständig zu zerstören.

4) Speichen und Kranz aus Schmiedeeisen, Nabe aus Gußeisen. Dergleichen Räder fertigt unter Anderen die oft erwähnte Fabrik von Clayton, Shuttleworth & Co. Lincoln, England. Die Speichen dieser Räder sind von Flacheisen, sie sind in der gußeisernen Nabe eingegossen und mit dem äußeren schmiedeeisernen Reif durch ein Paar Winkeleisenkränze verbunden und zwar so, daß die stumpfen Enden der Speichen alle fest gegen den Radreif stoßen. Die Fabrication dieser Räder geschieht folgendermaßen. Zuerst werden die in richtiger Façon geschmiedeten Speichen eingeformt und die gußeiserne Nabe darum gegossen. Um ein sicheres Festsitzen der Speichen in der Nabe zu erzielen, werden die Enden der Speichen, soweit sie in das Gußeisen hineinragen auf irgend eine Weise rauh gemacht, etwa mit Meißelhieben versehen. Das somit fertige Gerippe (Centre) des Rades kommt auf die Drehbank, wo die Nabe ausgebohrt wird und dann auf eine besondere Maschine, in welcher die Speichen alle von ganz genau gleicher Länge, vom Mittelpunkt der Nabe aus gerechnet, abgeschnitten werden. Dann werden die Ringe von Winkeleisen angenietet und das Ganze auf einen horizontalen Tisch gelegt, welcher, nachdem der glühende Reif übergeschoben ist, mit Allem was darauf ist, in Wasser hinuntergelassen und so eine sofortige Abkühlung des Ganzen bewirkt wird. Endlich werden durch den Reif und die Winkelringe Löcher gebohrt und diese Theile zusammen genietet. Zu diesem Zweck ist eine sehr sinnreiche Vorrichtung an einer Bohrmaschine angebracht. Es ist nämlich der gewöhnlich unter den Bohrmaschinen befindliche Tisch fortgenommen und statt dessen unter derselben ein Paar Arme mit gabelförmigen Enden angebracht, welche am Fußboden mit einem Charnier befestigt sind und für gewöhnlich geneigt zu demselben stehen, so daß die gabelförmigen Enden von der Bohrmaschine abgekehrt sind und sich in der Höhe der Rädermitte über dem Fußboden befinden. Das zu bohrende Rad wird nun mit einer Achse versehen und dann gegen die erwähnten Arme so gefahren, daß das Rad zwischen dieselben tritt und die Enden der Achse zu beiden Seiten in die Gabel fassen. Durch den Anprall werden dann die Arme gehoben und mit ihnen das Rad. Indem nun die Arme, einmal in senkrechter Stellung angelangt, vor dem Zurückfallen gesichert sind, halten dieselben das Rad so unter der Bohrmaschine, daß der Bohrer derselben nach der Mitte des Rades gerichtet ist, daher die Löcher alle radial gebohrt werden. Durch Drehung oder seitliche Verschiebung der Achsen in den beiden Gabeln kann man

jeden beliebigen Punkt des Radreifes unter die Bohrmaschine bringen. Die auf diese Weise hergestellten schmiedeeisernen Räder sind den gußeisernen jedenfalls vorzuziehen und mögen in heißen Erdtheilen selbst besser als hölzerne sein.

Die Naben aller Räder werden zweckmäßig mit einem Schmierloch versehen, damit man im Nothfall im Stande ist, dieselben zu schmieren, ohne sie vom Schenkel abzuziehen.

Die Größe und Breite der Räder soll nicht zu klein genommen werden, damit der Transport leicht geschehen kann. Man richtet sich hierbei am Besten nach bewährten Ausführungen und mag die Bemerkung hier am Platze sein, daß Verfasser die Räder der Wolf'schen Locomobile (Tafel 4 und 5) sowie der Locomobile von Clayton, Shuttleworth & Co. (Tafel 12) unbedenklich als Muster aufstellt. Für kleinere Maschinen dürfen die Kranzbreiten selbstverständlich entsprechend schmaler genommen werden, während für schwerere Maschinen, namentlich wenn sie, wie die selbstbeweglichen Feldlocomotiven, ohne einzusinken, auf dem Acker gehen sollen, verhältnißmäßig breitere Räder angewandt werden müssen.

Wohl zu beachten ist, daß bei allen Locomobilen, welche für den ländlichen Betrieb bestimmt sind, die Achsen so angebracht werden müssen, daß die tiefsten Theile der Maschine auf ebenem Boden mindestens einen Fuß (300^{mm}) freien Raum unter sich lassen, damit ein Transport auch auf vom Regen durchweichten Wegen möglich ist, ohne daß der Aschenkasten auf jeden Stein aufstößt.

D. Die Prüfung der Locomobilen.

Aus einer Fabrik von Locomobilen oder transportablen Dampfmaschinen soll und darf unter keinen Umständen eine Maschine die Werkstatt verlassen, ohne vorher einer **sorgfältigen Prüfung** unterworfen worden zu sein.

Dies ist der Grundsatz, den wir diesem nach unserer Ansicht überaus wichtigen Capitel voranschicken. Nur durch gründliche fortgesetzte Prüfung der Maschinen wird man dahin kommen, allmählig die Fehler in der Construction derselben so viel wie möglich abstellen

zu können, sowie bei jedem einzelnen Exemplar Fehler in der Arbeit, welche sich bei der fertigen Maschine dem Auge entziehen, zu entdecken und somit nur in jeder Hinsicht tüchige Maschinen zu liefern.

Es ist leider eine Erfahrung, die man sehr viel im Gebiete des Maschinenbaues zu machen Gelegenheit hat, daß die Fabricanten nur dort ihr Bestes leisten, wo sie durch die Intelligenz des Käufers dazu gezwungen werden. Während für Eisenbahnen, industrielle Etablissements und dgl., wo gediegene Techniker an der Spitze stehen, keine mangelhaft construirten oder fehlerhaft gearbeiteten Maschinen geliefert werden können, da in diesem Falle der Käufer in der Regel contractlich Garantien für die Tüchtigkeit derselben in jeder Hinsicht verlangt, so findet man, daß im Bau der gewöhnlichen Dampfmaschinen, namentlich aber der transportablen Maschinen und Locomobilen durchaus nicht allen Details diejenige Aufmerksamkeit zugewendet wird, welche im Interesse des Käufers wünschenswerth wäre, aus dem einfachen Grunde, weil man es entweder nicht der Mühe werth hält dem Käufer gegenüber, der ja doch nichts davon versteht, oder aber, was leider auch hier und da vorkommt, weil der Fabricant selbst, obgleich Techniker, keine genügenden Kenntnisse besitzt, um selbstständig verbessernd im Bau seiner Maschinen zu arbeiten. Diesem Uebelstande ist in England zuerst in hohem Grade durch die Thätigkeit der Royal agricultural society abgeholfen worden, indem dieselbe das Interesse des Maschinenkäufers zu ihrem eigenen machte und auf den jährlichen Ausstellungen Prüfungen der Maschinen veranstaltete, welche, so viel Unvollkommenheiten und Uebelstände ihnen auch anhaften mochten, doch reichen Segen bewirkten, indem sie dem Käufer einerseits die Verschiedenheit im Kohlenverbrauch der verschiedenen Maschinen in Zahlen vor Augen führten und ihn dadurch auf diesen Punkt aufmerksam machten, anderseits aber die Fabricanten zwangen, auf gewisse Cardinalpunkte, vor Allem auf den Kohlenverbrauch ihrer Maschinen besondere Rücksicht zu nehmen. Man hat den Prüfungen auf den englischen Ausstellungen vorgeworfen, daß sie den Bau von besonderen Ausstellungsmaschinen, sogenannten racing engines zur Folge gehabt haben, welche zwar auf den Ausstellungen bei den kurzen Prüfungen besonders günstige Resultate geben, dies aber theilweise durch Mittel erreichen, welche die betreffenden Maschinen für den dauernden Gebrauch in der Praxis unbrauchbar machen, z. B. durch eine unstatthafte Verringerung des Zwischenraumes zwischen dem Cylinderdeckel im Innern und dem Dampfkolben am Ende des Hubes, zu eng

gesetzte Siederohre u. dgl., aber wenn solches auch nicht ganz wegzuleugnen ist, so darf man doch auch nicht vergessen, ein wie großer Segen durch die Ausstellungsprüfungen gestiftet ist, da selbst in England Niemand bestreitet, daß der große Aufschwung, den der Locomobilenbau daselbst genommen hat, nicht zum Wenigsten den Ausstellungsprüfungen und der dadurch hervorgerufenen intensiven Concurrenz der Fabricanten zu danken ist. Auch wird Niemand zu leugnen vermögen, daß der Bau von besonderen Ausstellungsmaschinen sofort eine Unmöglichkeit wird, sobald in diesem speciellen Fach erfahrene Techniker als Prüfungscommissare fungiren und der Grundsatz aufgestellt wird, daß keine Maschinen zur Prüfung zugelassen werden sollen, welche sich von den gewöhnlich von der Fabrik gelieferten Maschinen durch etwas Anderes als höchstens eine elegantere äußere Ausstattung unterscheiden. Denn nur größere Fabriken können überhaupt daran denken, die beträchtlichen Kosten des Baues von besonderen „racers“ tragen zu wollen und von solchen Fabriken kennen Techniker, die sich speciell mit dieser Branche beschäftigt haben, den gewöhnlichen Typus der Maschinen zu genau, um hierin einer Täuschung zugänglich zu sein.

In Deutschland hat das Beispiel Englands bisher keine Nachahmung gefunden, mit Ausnahme der Ausstellungen des mecklenburgischen patriotischen Vereins. Auf größeren Ausstellungen, wie z. B. der vorjährigen Ausstellung zu Altona, wo ein reiches Material von Maschinen vorhanden war, hat zwar eine Prämiirung derselben stattgefunden, aber keine eingehende Prüfung; zum Wenigsten ist nichts darüber verlautet. Eine andere Classe von Maschinen, die Nähemaschinen, sind auf der bekannten Ausstellung zu Berlin 1868 einer sehr sorgfältigen Prüfung unterworfen worden, worüber der schöne und ausführliche vom Dr. Filly verfaßte officielle Bericht Genaues giebt. Der große Segen, welchen diese Ausstellungsprüfungen gestiftet haben, der Aufschwung, den der Bau der Nähemaschinen bei uns in Deutschland von dem Tage dieser Ausstellung an genommen hat, spricht so sehr für die Nothwendigkeit der Ausstellungsprüfungen, daß es keines weiteren Nachweises hierzu bedarf. Trotzdem ist in Breslau der entgegengesetzten Tendenz durch den sogenannten Maschinenmarkt Ausdruck gegeben, auf welchem bekanntlich die Maschinen wie jede beliebige andere Waare zu Markt gebracht werden, keine Prüfung noch Prämiirung stattfindet, sondern es dem Käufer, der in der Regel Nichttechniker ist, überlassen bleibt, seinem Geschmack zu folgen.

Die Prüfungen auf der letzten Ausstellung des mecklenburgischen patriotischen Vereins zu Rostock, welche der Verfasser dieser Schrift als Techniker zu leiten die Ehre hatte, sind mit möglichster Sorgfalt angestellt. Die Zeit, welche hierzu der Prüfungscommission zu Gebote stand, war, wie in der Regel auf Ausstellungen, so kurz bemessen, daß die Anstellung derselben in der sorgfältigen, weiter unten beschriebenen Art und Weise nur durch gründliche, lange vorher ausgearbeitete und practisch erprobte Vorbereitungen möglich war. Es ist nicht das Verdienst des Verfassers, daß es möglich wurde, diese interessanten Prüfungen anzustellen, sondern des Vorstandes der Maschinensection des patriotischen Vereins, Herrn Rittergutsbesitzer Pogge auf Roggaw, der mit unermüdlicher Thätigkeit für diesen Zweck arbeitet. In der Regel sind es nicht Techniker, die an der Spitze von landwirthschaftlichen Vereinen oder anderen Gesellschaften stehen, welche die Ausstellungen veranstalten, daher denselben oft bei der Bestimmung der Ausstellungsordnung nicht einmal eine Stimme eingeräumt wird.

Die genannten Versuche erstrecken sich leider nicht auf eine große Anzahl von Maschinen — es sind nur vier an Zahl — haben jedoch den Vorzug, daß keine speciell für die Prüfung gebaute Maschine dazwischen war und bieten selbst bei dieser geringen Zahl von Maschinen eine Menge des Interessanten dar.

Während bei der Construction der Locomobile oder transportablen Dampfmaschine der Kessel und die Maschine oft als ein Ganzes aufgefaßt werden kann, so muß man bei der Prüfung derselben beide durchaus trennen. Die Prüfung hat sich auf den Kessel an und für sich zu richten, dessen Construction, Güte der Arbeit, Möglichkeit der Reinigung, Sicherung gegen Zerreißen durch Verankerung, Oekonomie im Kohlenverbrauch geprüft werden muß. Bei der Maschine kommen dann ebenfalls mannigfache Gesichtspunkte in Betracht, Construction und Arbeit, Material und Reparaturfähigkeit, Oekonomie im Kohlenverbrauch u. s. w.

Was nun zunächst den Kessel der Locomobile anbetrifft, so ist zur Beurtheilung der Constructionstüchtigkeit desselben, Güte der Arbeit und Sicherung durch Verankerung, zunächst Erfahrung des Prüfenden Haupterforderniß. Bei uns in Deutschland ist es überall Vorschrift, daß der Kessel einer Festigkeitsprobe durch Wasserdruck unterworfen wird und dieses ist leider überall in den Fabriken die einzige Probe, welcher der Kessel unterworfen wird.

Wie aus dem weiter unten mitgetheilten officiellen Bericht über die Prüfungen der oben erwähnten Ausstellung hervorgeht, haben die Kessel der vier Locomobilen, welche dort zur Prüfung gekommen sind — der Kessel mit Field'schen Röhren nicht ausgenommen — nur sehr mittelmäßige Verdampfungsresultate ergeben, indem dieselben resp. 5,76; 4,8; 5,08; 4,9 im Durchschnitt 5,1 Pfund Wasser pro Pfund Kohle verdampft haben. Dem Umstande, daß, wo auch immer Prüfungen von Locomobilen auf Ausstellungen bisher stattgefunden haben, stets nur der gesammte Kohlenverbrauch der Maschine pro Stunde und Bremspferdestärke ermittelt ist, ohne zu unterscheiden, wie sich der Nutzeffect des Kessels zu demjenigen der Maschine verhielt, ist es wohl hauptsächlich zuzuschreiben, daß diesem Punkte bisher nicht die genügende Beachtung geschenkt worden ist. Oben, wo von der Berechnung der Heizfläche des Dampfkessels die Rede war, wurde erwähnt, daß man von einem guten Dampfkessel verlangen müsse, daß er 7 Pfund Wasser pro Pfund Kohle verdampfe.

Die Thatsache, welche wir hier vor Augen zu führen Gelegenheit haben, daß die Verdampfungsfähigkeit von vier auf einer Maschinenausstellung befindlichen Dampfkesseln im Durchschnitt nur ungefähr $^5/_7$ von Demjenigen betrug, was wir nach anderweitigen Erfahrungen als durchschnittlich gute Leistung anzunehmen berechtigt sind, führt zur Genüge den Beweis, daß dieser Punkt die besondere Berücksichtigung der Locomobilen-Fabricanten verdient.

Der Weg, auf welchem das verdampfte Wasser bei den Locomobilen auf der Ausstellung zu Rostock ermittelt wurde, war ganz einfach der, daß man das zum Speisen des Kessels verwandte Wasser abwog. Zwar ist dieser Modus nicht frei von Fehlern, aber es giebt keinen einfacheren und weniger zeitraubenden, und über die Art der möglichen Fehler kann man sich leicht Rechenschaft geben. Dieselben können folgende sein:

1) Es kann ein Theil des Wassers aus dem Kessel in Gestalt feiner Tropfen mit dem in die Maschine strömenden Dampf mechanisch hinübergerissen werden. In diesem Falle würde man scheinbar ein günstigeres Resultat für den Nutzeffect des Kessels erhalten, da nicht alles Speisewasser wirklich verdampft wird.

2) Es kann ein Theil des im Kessel enthaltenen Wassers durch etwaige Undichtigkeiten in den Nietnähten oder den Hähnen u. dgl. verloren gehen. Hierdurch würde ebenfalls ein zu hoher Werth für den Nutzeffect des Kessels entstehen, sobald man alles Speisewasser als

wirklich verdampft ansieht. Jedoch ist dieser Fehler bei neuen Maschinen verschwindend klein und sollte keine Maschine, welche irgendwie beträchtliche Leckstellen am Kessel zeigt, aus einer guten Fabrik hervorgehen: bei einer Ausstellungsprüfung würde dieselbe mit vollem Recht ohne Weiteres zurückgewiesen werden dürfen.

3) Endlich drittens kann ein Beobachtungsfehler gemacht werden, wodurch ein falsches Resultat erzielt werden würde, indem nämlich zu Ende des angestellten Versuches mehr oder weniger Wasser im Kessel vorhanden bleiben kann, als zu Anfang darin enthalten war. Um hierbei keinen Fehler zu begehen, muß man den Wasserspiegel im Wasserstandsglase nicht allein vor dem Probearbeiten der Maschine markiren, sondern auch sofort, sobald die Maschine zu arbeiten beginnt, eine zweite Marke anbringen. Denn sobald die Maschine arbeitet, steigt der Wasserspiegel bekanntlich im Wasserstandsglase und man muß während der Dauer der Probearbeit diesen höheren Wasserspiegel inne halten, damit, wenn der Stillstand eintritt, wieder der frühere normale Stand, bei welchem man angefangen hatte, resultirt.

Man sieht daher, daß bei richtig angestellter Prüfung das Abwägen des Speisewassers ein practisch hinlänglich genauer Weg zur Bestimmung des Nutzeffectes des Dampfkessels ist, nur bei etwa eintretendem starken „Ueberkochen" desselben wird man ein zu günstiges Resultat erreichen. Letzteres würde sich dann jedoch leicht beim Oeffnen der Condensationshähne am Cylinder erkennen lassen. Bei ganz neuen Maschinen ist es gerathen, dieselben mindestens einen Tag lang vor dem eigentlichen Versuch arbeiten zu lassen, da bekanntlich bei ganz neuen Kesseln das mechanische Mitreißen von Wassertheilchen in der Regel bedeutend stärker ist, als nach kurzer Betriebszeit. Man nimmt gewöhnlich an, daß dies von den in neuen Kesseln enthaltenen Fetttheilen herrühre.

Nur durch Versuche dieser Art wird man über den Werth verschiedener Kesselconstructionen, verschiedener Durchmesser und Längen der Siederohre u. dgl. Aufschluß erhalten und sind den Fabricanten der Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen dergleichen Versuche um so mehr zu empfehlen, als, wie die oben gegebenen Zahlen beweisen, der Nutzeffect vieler Locomobilkessel bis jetzt bedeutend unter dem Wünschenswerthen ist.

Die Versuche, welche mit der M a s c h i n e der Locomobile oder transportablen Dampfmaschine anzustellen sind, sind namentlich der B r e m s v e r s u c h und der I n d i c a t o r v e r s u c h. Der Bremsversuch

dient dazu, die wirklich von der betreffenden Dampfmaschine auf eine Arbeitsmaschine übertragene Leistung zu messen. Da die Bewegungsübertragung der Locomobile oder transportablen Dampfmaschine auf eine Arbeitsmaschine fast überall durch Riemen erfolgt, so thut man gut, hierfür einen eigenen Bremsapparat zu construiren, welcher durch einen Riemen von der Locomobile aus getrieben wird. Weniger gut ist es, ein Bremsband direct um das Schwungrad der Locomobile zu legen.

Der Bremsapparat in seiner einfachsten Form besteht aus einer in einem festen eisernen Gestell gelagerten Welle mit zwei Riemscheiben. Die eine dieser Riemscheiben nimmt den Treibriemen der Locomobile auf, um die andere wird ein mit hölzernen Klötzen gefüttertes eisernes Bremsband gelegt, welches auf der einen Seite durch eine Schraube beliebig angespannt werden kann und an der entgegengesetzten Seite einen Haken enthält, an welchem ein Federdynamometer angehängt wird, dessen anderes Ende an einem am Gestell befindlichen festen Haken befestigt ist. Um eine übermäßige Erhitzung der Bremsscheibe zu vermeiden, läßt man fortwährend an verschiedenen Punkten Wasser auf dieselbe laufen. Am einfachsten geschieht dies, indem man außerhalb der Bremsscheibe ein leichtes Holzgestell construirt, auf welchem oben und zu beiden Seiten Wassergefäße stehen mit Abflußröhren, die einen continuirlichen Wasserstrahl auf die entsprechenden drei Punkte des Riemscheibenumfanges fließen lassen. Dies Holzgestell kann dann zweckmäßiger Weise gleichzeitig zur Befestigung eines Rotationszählers dienen, welcher die gesammten Umdrehungen der Welle zählt. Das Federdynamometer wird am besten mit Querfedern construirt, nach Art der Eisenbahnwagenfedern. Trotzdem ist es gut, dasselbe mit einem Registrirapparat zu versehen, weil die Schwankungen desselben, obgleich wesentlich geringer als bei dem vielfach gebräuchlichen Howard'schen Dynamometer, dennoch ziemlich bedeutend sind.

Der Fehler oder richtiger die Unbequemlichkeit, mit welcher dieser Apparat behaftet ist, besteht darin, daß derselbe fortwährende Aufmerksamkeit an der zum Anziehen der Bremse bestimmten Schraube erfordert. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, ist in England von Easton, Amos & Co. ein Apparat construirt worden, welcher durch Gewichte belastet wird, statt einen Federdynamometer zu erhalten und bei welchem eine Hebelcombination so angebracht ist, daß das Bremsband gelöst wird, wenn die Reibung des Bremsbandes so stark wird,

daß das Gewicht gehoben wird und umgekehrt, daß die Bremse angezogen wird, wenn das Gewicht sinkt. Nur der hohe Preis dieses letzteren Apparates kann dessen Anwendung beschränken.

Außer dem Hubzähler an dem Bremsapparat ist es gut, einen zweiten an der Maschine selbst anzubringen. Die an den beiden Apparaten angegebenen Zahlen müssen sich dann nahezu umgekehrt verhalten wie die Riemscheibendurchmesser und nur eine sehr geringe, in der Natur der Riemenübertragung liegende Abweichung von diesem Verhältniß zeigen, widrigenfalls man annehmen muß, daß ein theilweises das Resultat beeinträchtigendes Gleiten des Riemens stattgefunden habe.

Da das Gewicht an der Bremse oder die Anspannung des Federdynamometers direct die Reibung der Bremse mißt, so kann man hieraus und aus der vermittelst des Hubzählers und der notirten Zeit berechneten Geschwindigkeit des Bremsscheibenumfanges pro Secunde, sehr leicht die von der Dampfmaschine ausgeübte Anzahl Pferdestärken berechnen.

Gleichzeitig mit dem Bremsversuch kann ein Indicatorversuch angestellt werden. In einer Fabrik ist ein solcher Indicatorversuch von besonderem Werth für den Constructeur, wenn derselbe vorher auf dem oben angegebenem Wege ein Diagramm nach Art des Indicatordiagramms berechnet und gezeichnet hat, da die Abweichungen, welche sich in der Form des wirklichen Indicatordiagramms mit dem vorausberechneten zeigen, dem Constructeur sofort Aufschluß über die Art und Weise der Ausführung geben.

Nachdem dies vorausgeschickt worden, kann dieses Capitel nicht besser beschlossen werden, als durch Beschreibung der Versuche auf der Ausstellung zu Rostock, wobei wir uns größtentheils wörtlich an den in Nro. 42 und 43 der „Landwirthschaftlichen Annalen des mecklenburgischen patriotischen Vereins" Jahrg. 1870 erschienenen officiellen Bericht halten und nur die Abmessungen der betreffenden Maschinen ausführlicher mittheilen, als dort geschehen ist.

Als Prüfungsapparate dienten:

1) Ein Bremsapparat. Da die Mittel des Vereins die Anschaffung eines in England bewährten Bremsapparates von Easton, Amos & Sons nicht gestatteten, mußte hier ein anderer ähnlicher Apparat hergestellt werden, der sich auch als durchaus zweckentsprechend erwies. Es wurde dazu ein bereits gebrauchter Drahtseil-Transmissionsbock verwendet, bestehend aus einem eisernen Bock mit darin gelagerter

Welle, auf welcher zwei Riemscheiben befestigt waren. Die eine der Riemscheiben nahm den Treibriemen der Locomobile auf, um die andere Riemscheibe war ein die ganze Scheibe umfassendes eisernes mit Holzklötzen ausgefüttertes Bremsband gelegt, welches durch eine Schraube angezogen, resp. gelöst werden konnte und dessen Reibung durch ein Dynamometer gemessen wurde. Ein leichtes Holzgestell trug Wassergefäße, die aus Glasröhren die Bremsscheibe bewässerten.

2) Ein Federdynamometer, welches, wie soeben erwähnt die Reibung der Bremse maß. Dasselbe war aus der Fabrik von Adolph Schwartz in Berlin und zeichnet sich durch seinen gleichmäßigen sicheren Gang sehr vortheilhaft aus, gegenüber dem Anfangs zur Anwendung bestimmten, stark vibrirenden Howard'schen Dynamometer.

3) Zwei Hubzähler aus der Fabrik von Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg, von denen der eine die Anzahl der Umdrehungen der Dampfmaschine, der andere diejenige der Bremse oder Arbeitsmaschine zählte.

4) Ein Indicator nach Richards aus der Fabrik von Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg, mit dessen Hülfe von jeder Maschine eine Anzahl weiter unten mitgetheilter Indicator-Diagramme genommen wurde.

5) Zwei Decimalwagen, auf deren einer das Wasser, der anderen die Kohlen gewogen wurden.

6) Ein Manometer aus der Fabrik von Schäffer & Budenberg in Buckau-Magdeburg, welches dazu diente, die Dampfspannung im Kessel zu messen. Dasselbe wurde an jeder Maschine bei deren Prüfung angebracht.

7) Ein Thermometer nach Réaumur, welches dazu diente, die Temperatur des Speisewassers sowohl zuerst beim Einfüllen, wie auch während des Bremsversuches im Vorwärmer zu messen.

Mit Hülfe dieser Apparate und einiger sonstiger Utensilien, worunter zu nennen mehrere Wasserkübel, Kohlensäcke, ein Kohlenkasten zum verlustlosen Zerkleinern von Kohlen, wurden die Prüfungen folgendermaßen vorgenommen:

Um die Anwendung des Indicators unter thunlichst geringem Zeitverlust zu ermöglichen, waren schon vorher eine Anzahl Kupferrohre und Verschraubungen beschafft, welche mit dem Ende des Dampfcylinders jeder Maschine in Verbindung gebracht wurden, und zwar vor Beginn

der Prüfungen. Für den Indicator war ein Tförmiges messingenes Rohrstück mit zwei Hähnen angefertigt, welches zwischen den freistehenden Enden dieser Kupferrohre festgeschraubt werden konnte. Die Kupferrohre wurden so gebogen, daß das messingene Verbindungsstück dazwischen paßte und blieben an jedem Cylinder fest, so daß man, bei der Prüfung von einer Maschine zur anderen gehend, nur nöthig hatte, den Indicator mit seinem Verbindungsstücke von der geprüften Maschine abzunehmen und an die zu prüfende anzuschrauben. Zur Uebertragung der Bewegung des Kreuzkopfes der Maschine auf den Papiercylinder des Indicators, diente eine zu diesem Zwecke schon vorher angefertigte Vorrichtung, welche an den Geradführungen der Maschinen befestigt wurde und so verstellbar eingerichtet war, daß sie für alle Maschinen leicht passend hergestellt werden konnte. Im Wesentlichen bestand diese Vorrichtung aus zwei, aus einem Stück Birnbaumholz angefertigten Rollen von je 6″ (150^{mm}) und 2″ (50^{mm}) Durchmesser, deren größere durch die von dem Kreuzkopf der Maschine (an einem dort hierzu eingebohrten Stift befestigte) hergeleitete Schnur bei jedem Hingang des Kolbens in Drehung versetzt und durch eine starke Spiralfeder beim Rückgange des Kolbens zurückgedreht wurde, während die kleinere der Rollen dem entsprechend, vermittelst einer zweiten Schnur den Papiercylinder des Indicators bewegte. Hierdurch wurde es möglich, mit verhältnißmäßig wenig Zeitaufwand von jeder Maschine vier Indicator-Diagramme zu nehmen, nämlich:

1) Ein Diagramm von der leergehenden Dampfmaschine.
2) Ein Diagramm der Dampfmaschine während des Bremsversuches.
3) Ein Diagramm der Dampfmaschine, während die durch sie getriebene, ebenfalls einer Prüfung unterzogene Arbeitsmaschine (Dreschmaschine) leer ging.
4) Ein Diagramm der Dampfmaschine, während die durch dieselbe getriebene, ebenfalls einer Prüfung unterzogene Arbeitsmaschine (Dreschmaschine, resp. Mühle) in voller Arbeit befindlich war.

Die beschriebene Rohrverbindung ermöglichte, stets kurz hintereinander die beiden zusammengehörigen Diagramme von beiden Enden des Dampfcylinders zu nehmen.

Die Reihe der Versuche an jeder Maschine wurde nun damit begonnen, daß man den Kessel mit Wasser von gemessener Temperatur, der Rostocker städtischen Wasserleitung entnommen, füllte, und das Gewicht des hierzu verbrauchten Wassers notirte. Sobald das Wasser

im Wasserstandsglase sichtbar wurde, ermittelte man, wie viel das Wasser stieg, während ein bestimmtes, gewogenes Quantum Wasser hinzugefügt wurde, um zu sehen, welchen Maßstab für das verbrauchte Wasser der Stand im Wasserstandsglase abgäbe und stellte sich hierbei heraus, daß selbst bei den größeren Maschinen 100 Pfd. Wasser ein Steigen des Wasserspiegels von 23^{mm} bis 28^{mm} im Wasserstandsglase zur Folge hatte, so daß angenommen werden konnte, daß das während des Bremsversuches verdampfte Wasser, durch Einhalten einer Marke am Wasserstandsglase, mit hinreichender practischer Genauigkeit ermittelt würde.

Hierauf begann der Anheizungsversuch. Es wurde die Zeit notirt und das Brennmaterial, welches verbraucht wurde, um den normalen Dampfdruck zu erhalten. Nach erfolgter Anheizung wurde das Wasserstandsglas markirt.

Während des Anheizens war der Bremsapparat in die richtige Entfernung und Stellung gebracht, Hubzähler und Indicator an der Maschine angebracht und es wurde nun zunächst ein Probeversuch angestellt, um die beim Versuch anzuwendende Belastung des Dynamometers an der Bremse zu ermitteln. Man ging hierbei von dem Grundsatze aus, daß die Maschine mit geöffnetem Absperrschieber und ungefähr mit der als normal vom Fabricanten angegebenen Tourenzahl pro Minute arbeiten müsse. Bei arbeitender Maschine wurde der Wasserstand, der hierbei bekanntlich etwas steigt, wiederum markirt. Wenn nach Ansicht der Prüfungs-Commission und des Ausstellers oder dessen Bevollmächtigten die passende Bremsbelastung gefunden war, so wurde noch ein Indicator-Diagramm der leergehenden Maschine genommen und darauf angehalten, sofort das Feuer gänzlich herausgenommen und für die Dauer des jetzt folgenden Bremsversuches mit dem hierfür bestimmt zugewogenen Quantum Brennmaterial geheizt. Es erhielt jede Maschine hierzu 14 Pfd. Kohle pro angegebene Pferdestärke; in Anbetracht jedoch des Umstandes, daß durch das Herausnehmen des Brennmaterials die Heizung gestört wurde und daß dabei die Feuerthür längere Zeit geöffnet bleiben mußte, wodurch eine Abkühlung eintrat, wurde jeder Maschine zum Wiederanzünden des Feuers und zur Ausgleichung der Wärme-Verluste, für jede angegebene Pferdestärke ein halbes Pfund Holz, worunter einige Hobelspäne, zugewogen, und wurde dieses Quantum bei der Berechnung des Kohlenverbrauchs pro Stunde und Pferdestärke nicht mit in Rechnung gezogen. Vermittelst

dieser Extra-Zugabe an Holz gelang es, schnell wieder lebhaftes Feuer zu erhalten. Sobald der bei der Maschine fungirende Heizer erklärte, daß sein Feuer hinlänglich brenne und der normale Dampfdruck vorhanden war, wurde mit der Arbeit an der Bremse begonnen.

Was die Kohle anbetrifft, so verdient es hervorgehoben zu werden, daß keine besonders ausgesuchte Kohle zu den Versuchen verwandt wurde, sondern gute schottische (Grangemouth-) Maschinenkohle, wie sie hier im Lande zum Heizen von Dampfmaschinen beliebt ist. Dieselbe wurde vom Lager des Herrn Ernst Brockelmann hier entnommen.

Der Stand des Hubzählers an der Maschine und desjenigen des Bremsapparates, der Stand der Uhr bei der ersten Umdrehung, Manometerstand, Temperatur des Speisewassers wurden notirt. Sobald das Dynamometer seine beabsichtigte Belastung zeigte, was nach 1 bis 2 Minuten eintrat, wurde ein Indicator-Diagramm genommen. Das Wasserstandsglas wurde beobachtet und der Maschinist angewiesen, das Wasser stets möglichst in gleicher Höhe zu erhalten. Der Stand des Manometers und die Temperatur des Speisewassers wurden von fünf zu fünf Minuten notirt. Das Speisewasser wurde gewogen, um aus dem Verbrauch die Verdampfungsfähigkeit des Kessels zu ermitteln.

Wenn die Kohlen verbraucht und die Dampfspannung im Kessel um ca. 10 Pfd. pro Quadrat-Zoll unter die normale gesunken war, so wurde der Versuch sistirt und der Stand der Uhr und der beiden Hubzähler notirt. War jetzt der Wasserstand nicht inne gehalten, so mußten Kohlen zugewogen werden, damit der normale Wasserstand und die normale Dampfspannung erreicht werden konnten. Dann wurde der Wasser- und Kohlenverbrauch notirt, der Bremsapparat bei Seite gebracht und an dessen Stelle die Dreschmaschine aufgestellt. Es fand sich, daß mitunter lange Zeit erforderlich war, ehe die Dreschmaschine richtig gestellt war.

Es wurde dann, unter Controle der Prüfungs-Commission für Dampfdreschmaschinen, der in dem Bericht dieser Commission des Näheren beschriebene Probedrusch mit der Dreschmaschine vorgenommen und die beiden oben erwähnten, auf das Arbeiten an der Dreschmaschine bezüglichen, Diagramme von der Locomobile genommen. Der noch an der Dampfmaschine befindliche Hubzähler, zählte die Tourenzahl derselben und der andere, aus der Fabrik von Schäffer & Budenberg neu bezogene, sollte benutzt werden, um vermittelst eines von der Fabrik mitgelieferten mit Gummi bespannten Trichters, die Umrehungen der Trommelwelle

an der Dreschmaschine zu zählen. Es ergab sich jedoch, daß das Instrument schon bei der zweiten Dreschmaschine den Dienst versagte, obgleich es nur zwei= bis dreimal während des Versuches, jedesmal eine Minute lang, in Anwendung kam. Bei Untersuchungen des Inneren fand sich, daß die erste der Zählscheiben, welche bei diesem aus der genannten, sonst so wohl renommirten Fabrik bezogenen Instrument mit Zinn aufgelöthet waren, auf ihrer Achse lose geworden war. Dieser Umstand vereitelte somit die Zählung der Trommel=Umdrehungen der Dreschmaschinen.

Im Folgenden findet man die durch vorbeschriebenen Prüfungsmodus erlangten Prüfungsergebnisse der einzelnen Maschinen zusammengestellt und jeder solchen Zusammenstellung eine kurze Beschreibung der betreffenden Maschine vorangeschickt.

Bevor wir jedoch hierzu übergehen, bedarf noch ein Punkt von wesentlich technischem Interesse der besonderen Erwähnung. Es betrifft dies das Verhältniß der Indicator= zu den Bremspferdestärken. In den „Prüfungs=Grundsätzen" ist die Bestimmung enthalten, daß dies Verhältniß ermittelt werden solle, um über den Reibungsverlust bei der Maschine Aufschluß zu erhalten. Die nach vollständiger Beendigung der Versuche erst möglich gewordene, weil zeitraubende Berechnung der Indicator=Pferdestärken, ergab aber das auf den ersten Blick scheinbar unerklärliche Resultat, daß die Anzahl derselben bei allen Maschinen kleiner war als die Anzahl der Bremspferdestärken, welche letztere aus der Bremsbelastung und der vermittelst Hubzählers gezählten Anzahl Umdrehungen der Bremse berechnet und sofort in dem „vorläufigen Bericht" der Prüfungs=Commission, bei Beginn der Ausstellung veröffentlicht wurde.

Offenbar soll und muß die wirkliche Anzahl der indicirten Pferdestärken stets größer sein, als die Anzahl der wirklichen Bremspferdestärken und zwar um mehr, als die Anzahl der von der leergehenden Maschine indicirten Pferdestärken, da die Reibungsverluste nothwendig bei der angestrengt arbeitenden Maschine größer sind, als bei der leergehenden.

Die nächstliegende Idee war nun, daß das Bremsband an der vom Dynamometer abgekehrten Seite, wegen der daran angebrachten Vorkehrungen zum Anschrauben der Bremse, ein Uebergewicht besitzen müsse, welches von der wirklichen Angabe der Belastung des Dynamometers subtrahirt werden müsse, um den wahren Werth für die Größe

der Reibung der Bremse zu finden. In der That fand sich bei genauer Untersuchung, daß ein solches Uebergewicht existire, aber nur von 7 Pfd., wodurch die in dem „vorläufigen Bericht" gemachten Angaben über die Anzahl der Bremspferdestärken nur in geringem Maße modificirt werden, so daß bei keiner Maschine, auch nach dieser Reduction die Anzahl der Bremspferdestärken zu den Indicatorpferdestärken in einem richtigen Verhältnisse steht.

Der Grund für diese Erscheinung, welcher namentlich dem technisch gebildeten Leser dieses Berichtes einleuchtend sein wird, ist ein doppelter. Einmal kann die zur Anstellung der Indicator-Versuche gewählte Anbringung des Indicators vermittelst kupferner Röhren von ca. 2 Fuß (600^{mm}) Länge und $^5/_8$ Zoll (16^{mm}) Durchmesser, bei dem raschen Gange der Maschinen, recht wohl die Diagramme derartig beeinflussen, daß zwar ihre Form dem wahren Diagramm ähnlich ist, aber der daraus berechnete mittlere nutzbare Dampfdruck kleiner ist, als der in Wirklichkeit vorhandene. Selbst angenommen jedoch, daß dieser Umstand zu der erwähnten irregulären Erscheinung am meisten beitrüge, würde nach des Berichterstatters Ansicht doch diese Art der Anbringung des Indicators in allen Fällen zweckmäßig sein, wo der Prüfungs-Commission nicht zwei ganz gleiche Indicatoren zu Gebote stehen. In letzterem Falle allerdings kann man die bekannte Regel, daß die Verbindung des Indicators mit dem betreffenden Dampfcylinder möglichst kurz sein soll, am besten und einfachsten erfüllen, indem man, wie es neuerdings auf den englischen Ausstellungen geschehen soll, mit jedem Ende des Dampfcylinders einen Indicator in möglichst kurze Verbindung setzt. Einer Prüfungs-Commission, welcher ausgedehntere Geldmittel zu Gebote stehen, würde der letztere Weg anzuempfehlen seien.

Der zweite Umstand, welcher hier in Betracht kommt, ist, daß die aus dem Bremsversuche ermittelte Anzahl Pferdestärken ein Durchschnittswerth ist, wogegen das Indicator-Diagramm die in einem bestimmten Augenblicke stattfindende Leistung angiebt. Wenngleich nun auch bei Anstellung des Indicator-Versuches darauf geachtet wird, daß in dem Augenblicke, wo der Stift seine Curve zeichnet, möglichst ein Beharrungszustand in der Bewegung der Maschine eingetreten ist, so ist doch gerade bei den Locomobilen, vermöge ihres verhältnißmäßig kleinen Schwungrades, die Bewegung eine wenig gleichmäßige. Je nachdem nun in dem Augenblicke, wo das Diagramm genommen

wird, die Maschine mit abnehmender oder mit zunehmender Geschwindigkeit arbeitet, ist die Anzahl der indicirten Pferdestärken eine kleinere oder größere. Der beste Beweis hiefür ist, daß man den Stift des Indicators nicht oft bei einer Locomobile schreiben lassen darf, wenn man eine klare Curve erhalten will. Blätter, auf welchen der Stift oft geschrieben hatte, mußten verworfen werden, weil das Diagramm nicht mehr aus einer Linie, sondern aus einem breiten Streifen bestand, in welchem die einzelnen Linien bis zur Unkenntlichkeit durcheinander liefen. Namentlich gilt dies von der Robey'schen Locomobile, bei welcher, wie weiter unten noch näher beschrieben wird, der Füllungsgrad durch den Centrifugal-Regulator verändert werden konnte. Kurz, um Indicator-Pferdestärken mit den Bremspferdestärken unbedingt vergleichen zu können, müßte man ebensowohl den Durchschnittswerth aller Indicator-Diagramme ermitteln, wie man den Durchschnittswerth aus den Leistungen an der Bremse erhält, indem man deren durchschnittliche Belastung und durchschnittliche Geschwindigkeit der Berechnung zu Grunde legt. Es bedarf jedoch kaum der Erwähnung, daß dieser Modus für Ausstellungs-Versuche kaum ausführbar sein würde.

Welcher dieser beiden genannten Gründe in unserem Falle hauptsächlich obgewaltet hat, lassen wir dahingestellt sein, ob die Rohrverbindung das Indicator-Diagramm wesentlich beeinflußt, mögen vielleicht spätere Versuche lehren, jedenfalls erscheint es jedoch nach dem Obigen überhaupt nicht thunlich, das Verhältniß der Indicator- zu den Bremspferdestärken zu ermitteln, vielmehr erscheint es geboten, die „Prüfungs-Grundsätze" in Bezug hierauf einer Reform zu unterwerfen.

Zur Beurtheilung des Reibungswiderstandes der Maschine, hat man einen guten Anhalt in dem Diagramm der leergehenden Maschine, und das während des Bremsversuches genommene Indicator-Diagramm behält immer noch einen großen Werth, namentlich, weil nur durch die Vergleichung desselben mit einem während des Ganges einer Arbeitsmaschine genommenen Diagramm, mit einiger Sicherheit auf den wirklichen Kraftbedarf der letzteren geschlossen werden kann, sowie, weil man durch die Form desselben auf dem einfachsten Wege einen Einblick in die Wirkungsweise der Schiebersteuerung der Dampfmaschine erhält.

Es ist daher der Nutzen des Prüfungsmodus, wonach gleichzeitig Bremsversuch und Indicatorversuch angestellt werden, hierdurch nicht etwa in Frage gestellt, vielmehr dessen Ausführbarkeit und hoher Werth durch die Anwendung bewiesen, nur hat es sich dabei herausgestellt,

daß eine Vergleichung der aus den Indicator-Diagrammen berechneten Pferdestärken mit den Bremspferdestärken, in dem Sinne der Prüfungs-Grundsätze nicht möglich ist.

1) Locomobile von Robey & Co., Lincoln, England.

Ausgestellt von Rahm & Dietrich in Stettin. 8—10 nominelle Pferdestärken. Katalog-Nr. 85. Preis 1660 Thaler.

Beschreibung.

Was zunächst den Kessel dieser Locomobile anbetrifft, so ist derselbe, wie die umstehende Abbildung zeigt, im Wesentlichen nach der Locomotivform gebaut. Nur die Feuerbüchse zeigt, wie aus der Abbildung ersichtlich ist, eine Abweichung von der gewöhnlichen Form, indem dieselbe nicht, wie gewöhnlich, unten offen, sondern geschlossen ist und wie die Seiten doppelwandig und mit Stehbolzen verankert ist. Die für die Verbrennung nöthige Luft tritt durch einen breiten, durch eine gußeiserne Klappe dicht zu schließenden Schlitz ein, welcher sich unterhalb der Feuerthür befindet.

Die Blechstärken der Feuerbüchse sind $^3/_8''$ englisch ($9{,}5^{mm}$), des Langkessels $^5/_{16}''$ (8^{mm}).

Das Mannloch von ovaler Form, $13'' \times 10''$ ($330^{mm} \times 254^{mm}$) groß, ist auf der linken Seite der äußeren Feuerbüchsendecke angebracht, durch schmiedeeisernen Deckel mittelst zweier schmiedeeiserner Bügel und Schrauben verschlossen und rings um die Oeffnung durch einen aufgenieteten Verstärkungsring, von $3^1/_2'' \times {}^1/_2''$ ($89^{mm} \times 12{,}5^{mm}$) Stärke gebührend verstärkt.

Die gußeiserne Aschenklappe gestattet einen vollständigen Abschluß des Zuges.

Der Kessel ist mit 5 ovalen Reinigungslöchern, $4^1/_2'' \times 3''$ ($114^{mm} \times 76^{mm}$) groß, versehen, von denen 3 unten an der Feuerbüchse, 2 an der vorderen Rohrplatte angebracht sind.

Der Abblasehahn sitzt an der tiefsten Stelle der Feuerbüchse und läßt das Wasser frei nach hinten fortblasen.

Der Rost besteht aus 17 Roststäben von $^7/_8''$ (22^{mm}) Stärke und $20''$ (508^{mm}) Länge und aus zwei, an den Seiten dicht an die innere Wand der Feuerbüchse anschließend, eingelegten Rost-Gittern von $5^1/_4''$ (133^{mm}) Breite mit querlaufenden Schlitzen.

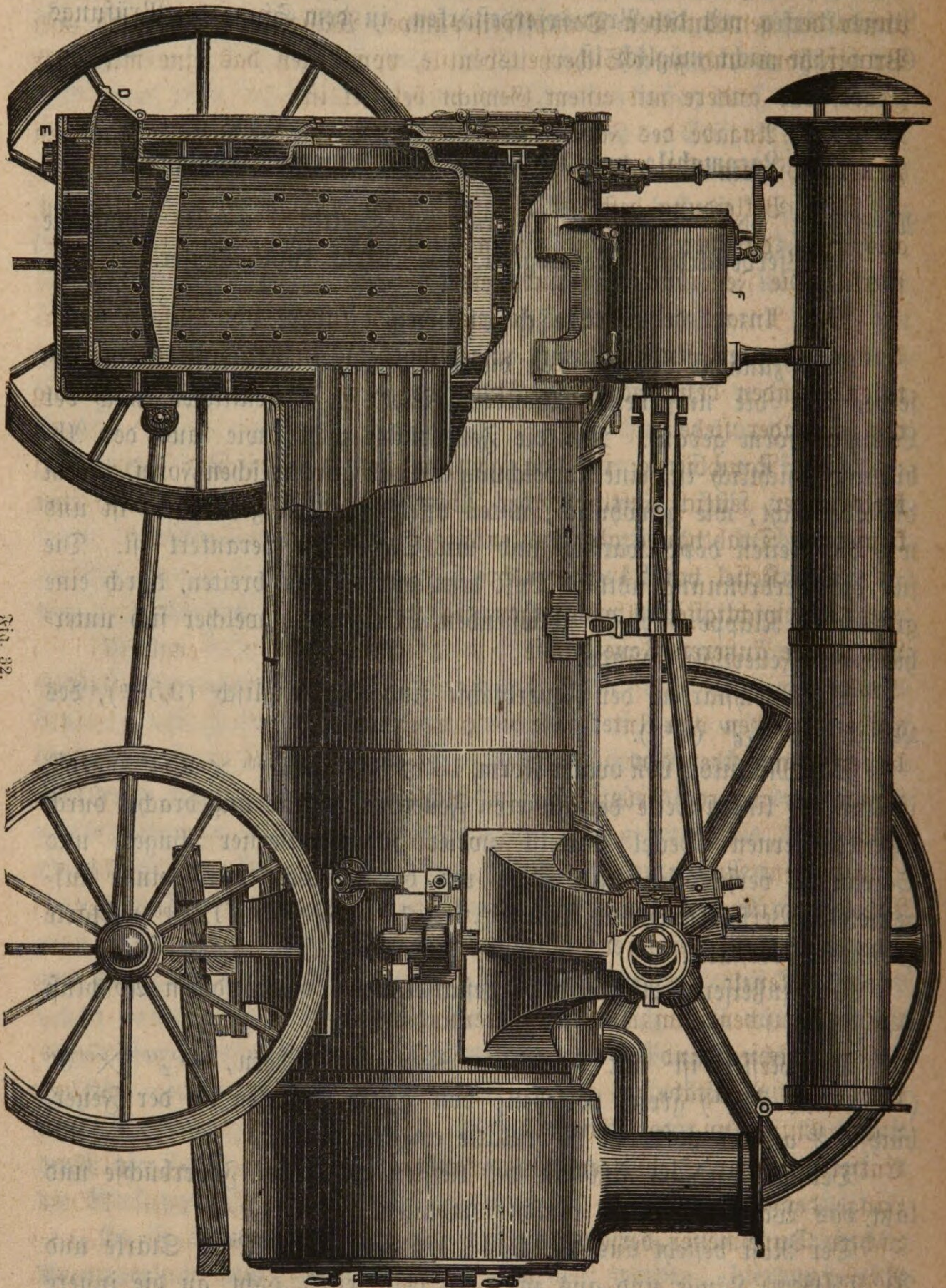


Fig. 32.

Als Kesselarmaturtheile sind zu nennen: Eine Handspeisepumpe außer der gewöhnlichen Dampfspeisepumpe, Wasserstandsglas und zwei Probirhähne und zwei Sicherheitsventile, von denen das eine mit einer Feder, das andere mit einem Gewicht belastet ist.

Nach Angabe des Fabricanten befindet sich in der Decke der inneren Feuerbüchse ein Schmelzpfropfen.

Die Bekleidung besteht, ebenfalls nach Aussage des Fabricanten, aus Holz, darüber Filz und außen Blech. Das Ganze ist $1\frac{3}{4}$" (45^{mm}) stark. Die Feuerbüchse ist unbekleidet.

Die Anzahl der Stehbolzen, mit denen innere und äußere Feuerbüchse verankert sind, beträgt, ungerechnet die in den unteren horizontalen Wänden befindlichen, 76 Stück, welche in 5" (127^{mm}) Entfernung von einander stehen.

Die Rauchbüchse ist von gewöhnlicher cylindrischer Form, mit kreisrunder, seitlich aufklappender Thür. Der Schornstein ist mit einer kupfernen Drahthaube als Funkenfänger versehen.

Der Kessel hat 24 Siederohre.

Die wichtigsten Abmessungen des Kessels sind:

Länge der äußeren Feuerbüchse	2' 4"	engl.	(711^{mm})
Breite " " "	3' 1"	"	(940^{mm})
Höhe derselben von Unterkante bis zum Scheitel	4' 9"	"	(1^{m}449)
Ueberhöhung über dem Langkessel	3"	"	(76^{mm})
Länge der inneren Feuerbüchse im Lichten . .	1' $8\frac{1}{2}$"	"	(521^{mm})
Höhe " " " " " über dem Rost	2' $4\frac{1}{4}$"	"	(717^{mm})
Breite der inneren Feuerbüchse im Lichten . .	2' $4\frac{1}{2}$"	"	(724^{mm})
Von Hinterkante hinterer Rohrplatte bis Hinterkante Kessel	2'	"	(610^{mm})
Lichter Zwischenraum zwischen äußerer und innerer Feuerbüchsenwand	3"	"	(76^{mm})
Länge der Roststäbe	1' 8"	"	(507^{mm})
Lichte Entfernung derselben	$\frac{1}{4}$"	"	(6^{mm})
Entfernung der Stehbolzen von einander . .	5"	"	(127^{mm})
Länge der Siederohre	6' $6\frac{1}{2}$"	"	(1^{m}994)
Lichter Durchmesser derselben	$2\frac{3}{4}$"	"	(70^{mm})
Aeußerer " "	3"	"	(76^{mm})
Kleinster lichter Zwischenraum derselben . .	$\frac{7}{16}$"	"	(11^{mm})
Länge des Langkessels	6' $2\frac{1}{2}$"	"	(1^{m}892)

Durchmesser desselben . . . . 2′ 7½″ „ (800mm)
Länge der Rauchbüchse . . . . 1′ 6″ „ (457mm)
Durchmesser derselben . . . . 3′ 1¼″ „ (946mm)
Größe der Feuerthür . . . 11″ × 13¾″ engl. (279mm × 349mm)
Weite des Abblasehahns . . . . 1″ „ (25mm)

Es hat der Kessel an **Heizfläche:**

a. in der Feuerbüchse ca. 18 QF. engl. (1,672 QM.)
b. in den Siederohren „ 113 „ „ (10,498 „)
Total ca. 131 QF. engl. (12,17 QM.)

Die totale Rostfläche beträgt 4 QF. (0,37 QM.)

Die auf diesem Kessel direct (ohne Grundplatte) mit Schraubenbolzen befestigte **Maschine** gehört in die Classe der **eincylindrigen** Maschinen. Der Schieberkasten ist mit dem Cylinder in einem Stück gegossen und von der Seite und von hinten durch Deckel zu öffnen, deren letzterer dann zugleich den im Schieberkasten eingegossenen Dampfzuführungscanal mit dem Absperrschieber freilegt. Der Cylinder ist mit einem ⅞″ im Lichten weiten Dampfmantel, darüber befindlicher Bekleidung von Filz und Blech, mit einem Schmierhahn am hinteren Ende und zwei Condensationshähnen versehen. Die Kurbelwelle ist in einem Sattelbock befestigt, welcher hohl gegossen ist und bei sehr solidem Aussehen nach Angabe des Fabricanten, gegen das frühere Modell der Fabrik an Leichtigkeit und Festigkeit gewonnen hat.

Die Schiebersteuerung dieser Maschine geschieht vermittelst **eines** Schiebers, jedoch ist dieselbe auf eine eigenthümliche Weise variabel (Robey & Richardson's Patent). Der auf der Schwungradwelle befestigte Centrifugal-Regulator vermag vermittelst Keilen, die auf einem quadratisch gearbeiteten Theile der Kurbelwelle gleiten, das Excentric derartig zu verschieben, daß Hub und Voreilen desselben kleiner, daher bei gesteigerter Geschwindigkeit der Expansionsgrad der Maschine ein größerer wird. Eine Umsteuerung gestattet diese Anordnung nicht. Die Schieberstange ist nur durch die Stopfbüchse geführt.

Die Absperrung des Dampfes geschieht durch einen Messingschieber der nach Abnahme des hinteren Schieberkastendeckels zugänglich ist, da das im Schieberkasten eingegossene Dampfeinströmungsrohr nach hinten zu an sich offen ist und nur durch den Schieberkastendeckel mit geschlossen wird.

Das Dampfausströmungsrohr geht außerhalb dicht auf dem Kessel

entlang und besitzt ein Zweigrohr, welches einen Theil des ausströmenden Dampfes zum Vorwärmen des Speisewassers zu benutzen gestattet.

Die Geradführung der Maschine besteht aus vier gußeisernen Gleitlinealen und langen Gleitklötzen von demselben Material.

Die wichtigsten Abmessungen sind:

Durchmesser des Cylinders im Lichten . . .	$9\frac{1}{4}''$	engl.	(235mm)
Kolbenhub	$12''$	„	(305mm)
Durchmesser der Kolbenstange	$1\frac{3}{8}''$	„	(35mm)
Länge des Cylinders ohne Deckel	$1'\ 5''$	„	(432mm)
Breite des Dampfausströmungscanals . . .	$2\frac{1}{2}''$	„	(64mm)
„ der Dampfeinströmungscanäle . . .	$\frac{11}{16}''$	„	(175mm)
„ der Stege	$\frac{3}{4}''$	„	(19mm)
Länge der Canäle	$6\frac{3}{4}''$	„	(171mm)
Hub des Vertheilungsschieberexcentrics zwischen . . . . $1\frac{1}{4}''$ und $2\frac{1}{2}$ engl.			(zw. 32mm u. 64mm)
Durchmesser der Excentricscheibe	$8''$	„	(203mm)
Stärke „ „	$1\frac{1}{4}''$	„	(32mm)
Voreilungswinkel variabel zwischen 30^0 und 90^0			
Aeußere Deckung des Schiebers	$\frac{11}{16}''$	„	(17,5mm)
Innere Deckung „ „	0		
Breite des Schiebers	$8''$	„	(203mm)
Länge der Excentricstange	$3'\ 10\frac{3}{4}''$	„	(1m,187)
Aeußerer Durchmesser des Dampfausströmungsrohrs	$2\frac{3}{4}''$	„	(70mm)
Lichter Durchmesser des Blasrohrconus an der Mündung	$2\frac{1}{4}''$	„	(57mm)
Höhe des Schornsteinuntersatzes	$1'\ 5\frac{3}{4}''$	„	(451mm)
Oberkante Blasrohrmündung unter Oberkante Schornsteinuntersatz	$5\frac{3}{4}''$	„	(171mm)
Lichter Durchmesser des Schornsteins	$10''$	„	(254mm)
Lichte Entfernung der Führungslineale horizontal	$4''$	„	(101mm)
„ „ „ „ vertical	$1\frac{3}{4}''$	„	(44mm)
Breite der Lineale	$1\frac{1}{2}''$	„	(38mm)
Höhe „ „ an den Enden	$\frac{7}{8}''$	„	(22mm)
„ „ „ in der Mitte	$1\frac{1}{8}''$	„	(29mm)
Ganze Länge derselben	$2'\ 1\frac{1}{2}''$	„	(648mm)
Länge der Gleitklötze	$7\frac{1}{2}''$	„	(190mm)

Durchmesser der Kurbelwelle	2$^3/_4$"	„	(70^{mm})
Länge der Wellenlager	5"	„	(127^{mm})
Durchmesser des Schwungrades	4' 10$^1/_4$"	„	(1^m,479)
Breite des Kranzes desselben	7"	„	(177^{mm})
Stärke „ „ „ in der Mitte .	1$^3/_4$"	„	(44^{mm})
„ „ „ „ an den Seiten .	1$^3/_8$"	„	(35^{mm})
Hub des Pumpenexcentrics	2$^1/_2$"	„	(64^{mm})
Durchmesser des Pumpenkolbens	2"	„	(51^{mm})
„ „ Saugrohrs im Lichten . .	1"	„	(25^{mm})
„ „ Druckrohrs „ „ . . .	1"	„	(25^{mm})
Durchmesser der Regulatorkugeln	5"	„	(127^{mm})

Die Achsen und Räder dieser Maschine sind sehr stark und solide hergestellt. Die Räder haben eiserne Naben, hölzerne Speichen und Felgen und $^3/_4$" starke eiserne Reifen. Der Drehschemel besitzt das bekannte etwas complicirte hölzerne Gestell der englischen Locomobilen. Die Räder sind so angeordnet, daß die Vorderräder gewissermaßen um etwa 1$^1/_2$" tiefer stehen als die Hinterräder, d. h. daß der Kessel auf horizontalem Boden nicht vollkommen horizontal, sondern nach hinten geneigt steht.

Die Abmessungen der Achsen und Räder sind:

Durchmesser der Hinterräder	4' 6"	engl.	(1^{m}37)
„ „ Vorderräder	3' 6"	„	(1^{m}07)
Kranzbreite der Hinterräder	6"	„	(152^{mm})
„ „ Vorderräder	6"	„	(152^{mm})
Spurweite	5' 4"	„	(1^{m}625)
Stärke der Vorderachse . .	2$^1/_2$" im Quadrat		(64^{mm} im Quadrat)
„ „ Hinterachse . .	do.		
Durchmesser der Radnaben der Hinterräder. .	1' $^1/_2$"		(317^{mm})
Länge derselben in der Mitte.	11"		(280^{mm})
„ „ außen	4$^1/_2$"		(115^{mm})
Stärke der Speichen an der Nabe .	3$^1/_2$" × 1$^1/_2$"		(89^{mm} × 38^{mm})
„ „ „ „ den Felgen	3" × 1$^1/_2$"		(76^{mm} × 38^{mm})
Stärke der Felgen	3"	engl.	(76^{mm})
Durchmesser der Radnaben der Vorderräder .	11"	„	(279^{mm})
Länge derselben in der Mitte	11"	„	(279^{mm})
„ „ außen	4$^1/_2$"	„	(115^{mm})
Stärke der Speichen an der Nabe	3$^1/_2$" × 1$^1/_2$"	engl.	(89^{mm} × 38^{mm})

Stärke der Speichen am Kranz 3″ × 1½″ engl. (76^{mm} × 38^{mm})
Stärke der Felgen . . . . 3″ engl. (76^{mm})
„ des eisernen Reifes . . . . ¾″ „ (19^{mm})

Prüfungs-Resultate.

1) Anheizungsversuch.

Vom Augenblick des Anzündens bis zur Gewinnung des normalen Dampfdruckes von 55 Pfd. pro Quadratzoll (4,02 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter) wurden 59 Minuten gebraucht und dabei 61 Pfd. Kohlen und 8 Pfd. Holz verbrannt. Im Kessel waren enthalten 1389 Pfd. Wasser. Von dem Punkte an, wo das Wasser im Wasserstandsglase beim Einfüllen sichtbar wurde, bewirkte das Hinzufügen von 100 Pfd. Wasser ein Steigen des Wasserspiegels im Glase von 28 Millimeter. Die Temperatur des Wassers beim Einfüllen betrug 12° Réaumur.

Es stellte sich während des Anheizens heraus, daß der Funkenfänger, eine auf den Schornstein gesetzte kupferne Drahthaube, sich in seinen Maschen sehr bald durch Ruß vollständig zusetzte, weßhalb der Schornstein heruntergeklappt und der Funkenfänger gereinigt werden mußte. Beim Arbeiten der Maschine fand eine solche Verstopfung nicht statt.

2) Bremsversuch.

Die Belastung der Bremse wurde durch Vorversuch zu 225 Pfd. (wovon 7 Pfd., wie oben bemerkt, zu subtrahiren sind) festgestellt. Bei dieser Belastung arbeitete die Maschine im Ganzen 1 Stunde 17 Min. und leistete dabei 17,2 wirkliche Pferdestärken. An Brennmaterial waren der Maschine 112 Pfd. Kohlen zugewogen sowie 4 Pfund Holz (½ Pfund pro nominelle Pferdestärke), letztere, wie oben angegeben, zur Ausgleichung der beim Herausziehen der Kohlen unvermeidlichen Wärmeverluste.

Es verbrauchte somit diese Maschine pro Stunde und Pferdestärke 5 Pfd. Kohlen.

Der Manometerstand, während des Versuches von 5 zu 5 Minuten notirt, war in Pfund pro Quadrat-Zoll:

55; 45; 38; 50; 54; 57; 57; 54; 53; 55;
52; 50; 47; 53; 48; 44.

Die über die Temperatur des Speisewassers im Vorwärmer notirten Angaben sind in Graden Réaumur:

12, 13, 14, 19, 15, 16, 17, 25, 18, 18, 18, 19, 19.

Das Schwanken dieser Zahlen rührt daher, daß das Speisegefäß nicht groß genug war, um die ganze zum Versuch nothwendige Wassermenge zu fassen. Beim jedesmaligen Einfüllen neuen Wassers sank die Temperatur des Ganzen plötzlich.

Die Gesammtzahl der Umdrehungen der Maschine war 10650, mit dem Hubzähler gemessen, woraus sich eine durchschnittliche Tourenzahl von 138 pro Minute ergiebt; die Gesammtzahl der Umdrehungen der Bremse war 12842. Nach dem Verhältniß des Umfanges der Riemscheiben hätte die Bremse 12920 Umdrehungen machen müssen, welche Zahl, verglichen mit der wirklichen Umdrehungszahl, einen in der Natur der Riemenübertragung zu suchenden geringen Verlust von etwa $^2/_3$ pCt. ergiebt.

Das totale während des Versuches verdampfte Wasserquantum betrug 645 Pfd., wonach der Kessel 5,76 Pfd. Wasser pro Pfund Kohle verdampft hat. Die Maschine verbrauchte pro Stunde und Pferdestärke 29 Pfd. Wasser.

3) Indicator-Diagramme.

Das während des Bremsversuches von den beiden Enden des Dampfcylinders genommene Indicator-Diagramm, Fig. 33, zeigt,

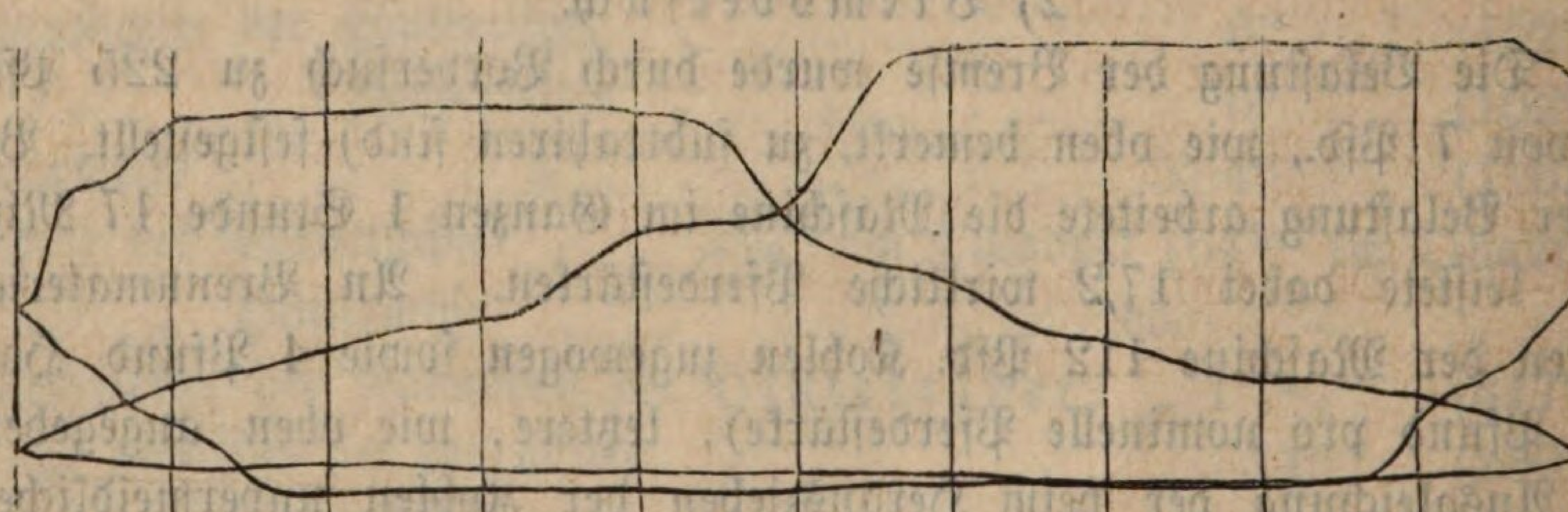


Fig. 33.

daß die Maschine nur mit etwa $^4/_{10}$ Füllung gearbeitet hat. Uebrigens ist der Füllungsgrad dieser Maschine während der Arbeit variabel, und zwar wirkt, wie schon oben bei der Beschreibung der Maschine erwähnt wurde, der auf der Schwungradwelle sitzende, eigenthümlich construirte Centrifugal-Regulator derartig auf die Bewegung des Dampfschiebers, daß bei steigender Geschwindigkeit der Füllungs-

grad der Maschine ein geringerer wird. Dieser Regulator ist in Folge des bei Locomobilen unregelmäßigen Ganges in steter Bewegung und ändert den Füllungsgrad fast bei jedem Hub, selbst bei einem so constanten Widerstand, wie die Bremse der Maschine bietet. Es geht dies auch aus den Indicator-Diagrammen hervor. Während von den beiden gegenwärtigen Diagrammen das von der hinteren Seite des Cylinders genommene, weniger Füllung zeigt, als das von der vorderen Seite genommene, so zeigt das während des Arbeitens der Dreschmaschine genommene, weiter unten mitgetheilte Diagramm in Bezug hierauf gerade das Umgekehrte.

Der aus gegenwärtigem Diagrammenpaar berechnete mittlere nutzbare Dampfdruck ist für die beiden Seiten des Cylinders stark verschieden, nämlich für die hintere Seite des Cylinders 21,5 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,57 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), für die vordere Seite 25,45 Pfd. pro Quadrat-Zoll 1,86 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das Diagramm der leergehenden Dampfmaschine, Fig. 34.

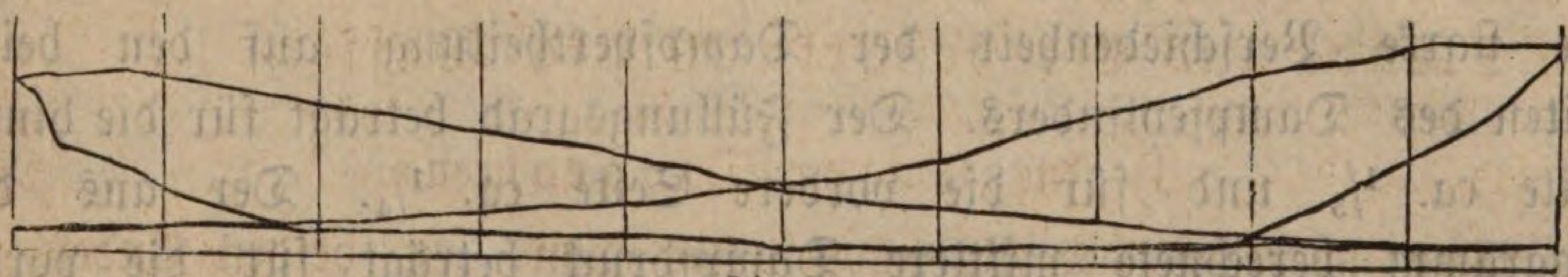


Fig. 34.

Der hieraus berechnete mittlere Dampfdruck beträgt für die hintere Seite der Maschine 4,57 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (0,333 Kilogramm pro Quadrat-Centimer), für die vordere Seite des Cylinders 5,6 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,41 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das Diagramm, welches von der Maschine genommen wurde, während sie die leergehende Dreschmaschine trieb, Fig. 35, zeigt,

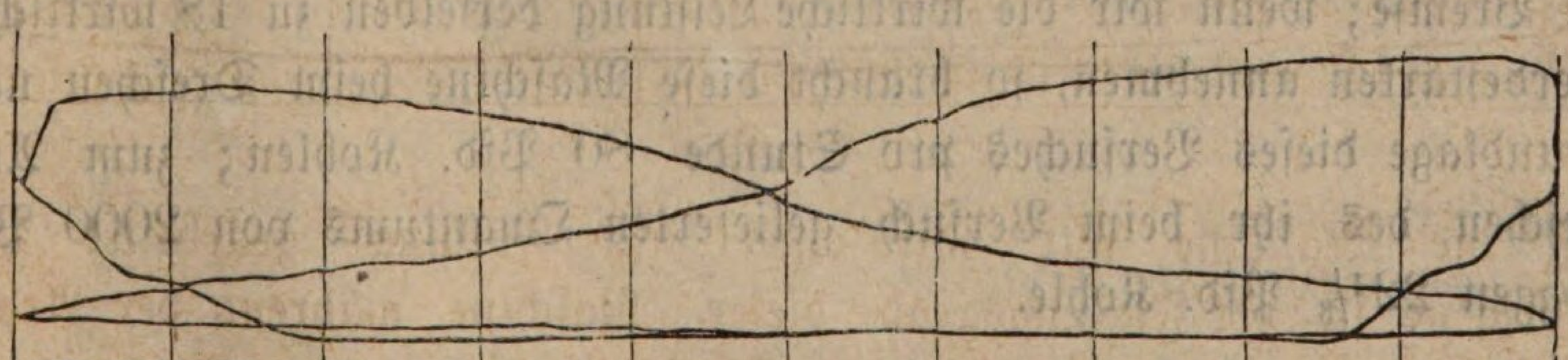


Fig. 35.

daß der Gang der Maschine dadurch, daß die Trommel der Dreschmaschine gewissermaßen als Verstärkung des Schwungrades hinzu-

gekommen ist, ein sehr gleichmäßiger geworden ist, der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der hinteren Seite des Cylinders 12,6 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (0,92 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), auf der vorderen Seite 13,7 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das Diagramm, welches von dieser Maschine genommen wurde, während die Dreschmaschine Probe drosch, Fig. 36, zeigt wieder

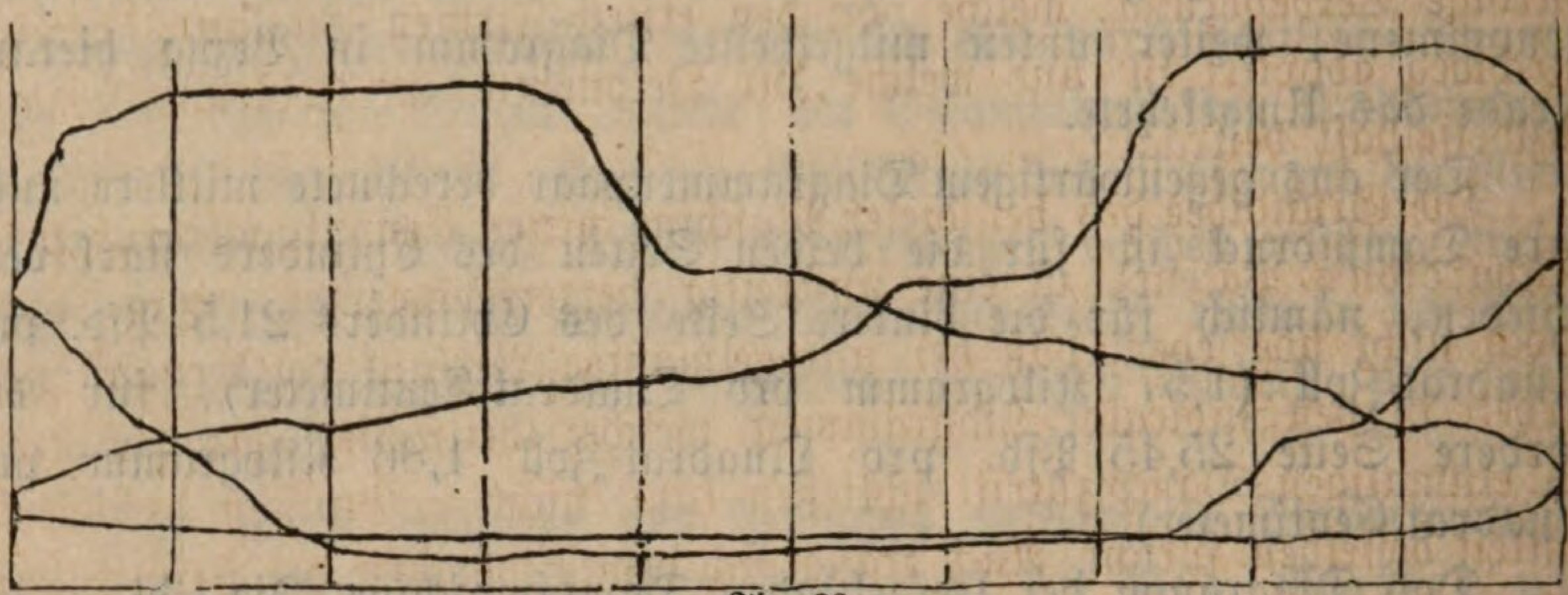


Fig. 36.

eine starke Verschiedenheit der Dampfvertheilung auf den beiden Seiten des Dampfcylinders. Der Füllungsgrad beträgt für die hintere Seite ca. 1/3 und für die vordere Seite ca. 1/4. Der aus dem Diagramm berechnete mittlere Dampfdruck beträgt für die vordere Seite 20,4 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,45 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), für die hintere Seite 27 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,97 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter). Der Dampfdruck im Kessel betrug 60 Pfd., die Tourenzahl der Maschine pro Minute ca. 142.

Es geht aus diesem letzten Versuch hervor, daß die Maschine beim Arbeiten an der Dreschmaschine noch etwas mehr geleistet hat, als an der Bremse; wenn wir die wirkliche Leistung derselben zu 18 wirklichen Pferdestärken annehmen, so braucht diese Maschine beim Dreschen nach Grundlage dieses Versuches pro Stunde 80 Pfd. Kohlen; zum Ausdreschen des ihr beim Versuch gelieferten Quantums von 2000 Pfd. Roggen 22 1/3 Pfd. Kohle.

Bemerkungen.

Diese Maschine zeigt in ihrer Construction, daß die Firma Robey & Co. bemüht ist, mit den besten Fortschritten der neueren Zeit im

Locomobilenbau Schritt zu halten. Von den Details, welche gegen früher eine Verbesserung zeigen, heben wir hervor, daß das Dampfausströmungsrohr nicht mehr durch das Innere des Kessels, sondern außen auf dem Kessel entlang geführt ist, sowie daß ein davon sich abzweigendes Rohr einen Theil des ausströmenden Dampfes zum Vorwärmen des Speisewassers zu benutzen gestattet. Ebenso ist der Dampfmantel, mit welchem der Cylinder umgeben ist, eine nachahmungswürdige Verbesserung, welche von den ersten Firmen Englands bereits durchweg adoptirt ist und welche zur Oekonomie im Kohlenverbrauche unzweifelhaft beiträgt.

Die Grundidee des bei dieser Maschine neuen Centrifugalregulators (Richardson's Patent) ist eine unstreitig bemerkenswerthe, man darf jedoch nicht übersehen, daß der unregelmäßige Verlauf der Expansionscurven in den Indicator-Diagrammen, welcher theilweise sogar auf mehr als einmaligen Dampfzutritt schließen läßt, nicht zu Gunsten der Wirksamkeit desselben spricht. Auch drängt sich dem Beobachter die Befürchtung auf, daß die arbeitenden Theile desselben, in Folge der steten Bewegung, einer muthmaßlich schnellen Abnutzung ausgesetzt sind. Selbstverständlich können erst mehrjährige Erfahrungen lehren, in wieweit diese Befürchtung gerechtfertigt ist.

Was die Zugänglichkeit zu den arbeitenden Theilen dieser Maschine anbetrifft, so ist namentlich die leichte Zugänglichkeit des Absperrschiebers lobend anzuerkennen.

Dieser Schieber, der in der Praxis, namentlich bei unreinem Speisewasser, so leicht Undichtigkeiten zeigt, liegt bekanntlich bei vielen Locomobilen so versteckt, daß ein Nachdichten desselben nur nach fast vollständiger Demontirung der Maschine möglich wird. Hier liegt derselbe nach Wegnahme des hinteren Schieberkastendeckels frei. Auch die Zugänglichkeit des Dampfschiebers hat durch Anbringung eines seitlichen Schieberkastendeckels, welcher freilich unter der Bekleidung verborgen ist, gewonnen.

Die hauptsächlich der Abnutzung ausgesetzten Theile der Maschine als: Geradführung mit den Gleitklötzen, Lager der Schwungradwelle u. s. w., sind von solider Construction und untadelig in Material und Ausführung, so daß sie eine sehr große Dauerhaftigkeit versprechen.

Was den Kessel anbetrifft, so fand weder die oben bei der Beschreibung desselben bereits erwähnte Abweichung der Feuerbüchse von der gewöhnlichen Form, noch die Art der Vernietung der Feuerthürwand der äußeren

Feuerbüchse mit den Seitenwänden und der Decke der letzteren, vermittelst nach außen umgebörtelter Flantsche, den Beifall der Prüfungs-Commission. Denn von der unten geschlossenen Feuerbüchse lassen sich Vortheile keiner Art ersehen, außer vielleicht einer besseren Schlammentleerung beim Gebrauche des Abblasehahns. Dagegen sind die Nachtheile dieser Construction, welche in erhöhten Anfertigungskosten, namhaft erhöhten Reparaturkosten im Falle des Durchbrennens der inneren Feuerbüchse, Unzugänglichkeit der Feuerbüchse, wenn etwa Rohre nachgedichtet werden sollen, sowie Vermehrung des Gewichts des Ganzen, bestehen, leicht ersichtlich. Was aber die erwähnte Vernietung anbetrifft, so steht dieselbe an Festigkeit bekanntlich bedeutend der gebräuchlicheren Vernietung mit nach innen gebogener Flantsche nach, außerdem waren hier die inneren Nietköpfe mangelhaft ausgebildet und schlecht gedichtet, wie eine Reihe von vier auf einander folgenden Nieten an der in Rede stehenden Maschine durch lebhaftes Blasen bewies. Bei dieser Gelegenheit mag jedoch erwähnt werden, daß, nach Angabe des Ausstellers, nur ein verhältnißmäßig kleiner Theil der in dieser Fabrik angefertigten Locomobilenkessel nach diesem Systeme gebaut werden, und die gewöhnliche Anordnung um 1 Pfund Sterling pro nominelle Pferdestärke der Maschine billiger geliefert wird.

Die Armatur des Kessels betreffend, ist das Vorhandensein der Handspeisepumpe lobend hervorzuheben. Auch die Einrichtung der Dampfspeisepumpe, wonach dieselbe fortwährend Wasser pumpt und zwar nach Bedürfniß entweder in den Kessel oder in das Speisegefäß zurück, sehen wir mit Vergnügen auch von dieser Firma adoptirt. Continuirlich arbeitende Pumpen, wie diese, versagen nicht leicht den Dienst. Ueber die Belastung des einen Sicherheitsventils durch ein Gewicht ist zu bemerken, daß, als ein Mitglied der Prüfungs-Commission den Vertreter des Fabricanten darauf aufmerksam machte, daß das mit Gewicht belastete Ventil während der Arbeit zu fortwährenden Dampfverlusten in Folge der, wenngleich geringen, Erschütterungen der Maschine Anlaß wurde, auch die Ansicht ausgesprochen wurde, daß auch beim Transport der Maschine eine Federbelastung der Ventile zweckmäßiger schiene, der Vertreter des Fabricanten berichtete, daß einer ihrer Agenten in Preußen das Gewichtsventil verlangt habe, weil es dort Vorschrift sei.

Der Fahrapparat der Maschine verdient in Bezug auf Solidität, Größe und Breite der Räder u. s. w. jede Anerkennung.

2) Locomobile von J. D. Garret, Buckau bei Magdeburg.

Ausgestellt von Theodor Haase in Hamburg. 8 nominelle Pferdestärken. Nr. 322a des Katalogs. Preis ab Hamburg 1450 Thlr.

Beschreibung.

Der Kessel ist von der Locomotivform. Die Blechstärken desselben sind $^3/_8$″ (9,5^{mm}) mit Ausnahme der Rohrplatten, von denen die hintere $^5/_8$″ (16^{mm}), die vordere $^9/_{16}$″ (14^{mm}) stark ist. Die Nähte sind vermittelst Nieten mit kegelförmigen Köpfen in einfacher Reihe genietet, das Mannloch ist auf der linken Seite der Feuerbüchsendecke angebracht und durch zwei Bügel mit Schrauben verschlossen. Der Rand des Mannloches ist nicht verstärkt.

Der Aschenkasten ist aus $^1/_8$″ (3^{mm}) starkem Blech gefertigt. Derselbe kann mit Wasser gefüllt werden und es mündet das Abflußrohr des Injector hinein, so daß bei Benutzung des letzteren stets Wasser im Aschenkasten vorhanden ist. Einen dichten Schluß gestattet derselbe nicht.

Am unteren Ende der Feuerbüchse sind vier ovale Reinigungslöcher von 3$^3/_4$″ (95^{mm}) Länge und 2$^3/_4$″ (70^{mm}) Breite angebracht. Ein fünftes Reinigungsloch sitzt vorne in der Rohrplatte.

Die Feuerthür ist von Gußeisen mit schmiedeeiserner, in einem lichten Abstande von 2$^1/_4$″ (57^{mm}) befindlicher Schutzplatte.

Der Rost besteht aus 20 Stäben, 1$^1/_{16}$″ (27^{mm}) stark, und an den Seiten eingelegten Stücken von 2$^1/_4$″ (57^{mm}) Breite.

An Armaturtheilen sind zu nennen außer der Dampfspeisepumpe ein Injector, zwei federbelastete Sicherheitsventile, ein Wasserstandsglas und zwei Probirhähne.

Die Bekleidung des Kessels ist 1$^1/_2$″ (38^{mm}) stark, die Feuerbüchse unbekleidet geblieben.

Der Kessel ist mit zwei Längsankern, drei Deckenankern auf der Decke der inneren Feuerbüchse und 35 Stehbolzen zwischen äußerer und innerer Feuerbüchse verankert, welche letzteren im Abstand von 6$^1/_2$″ (166^{mm}) stehen.

Die Rauchbüchse ist cylindrisch und hat vorn eine Thür von der Form eines Kreisabschnittes, welche nach oben aufgeklappt wird und den Zugang zu den Siederohren gestattet. Von letzteren sind 26 Stück vorhanden.

Die Hauptabmessungen des Kessels sind:

Länge der äußeren Feuerbüchse . . . . . 2′ $3^3/_8$″ engl. (695^{mm})

Breite „ „ „ . . . . . 3, 3″ „ (990^{mm})

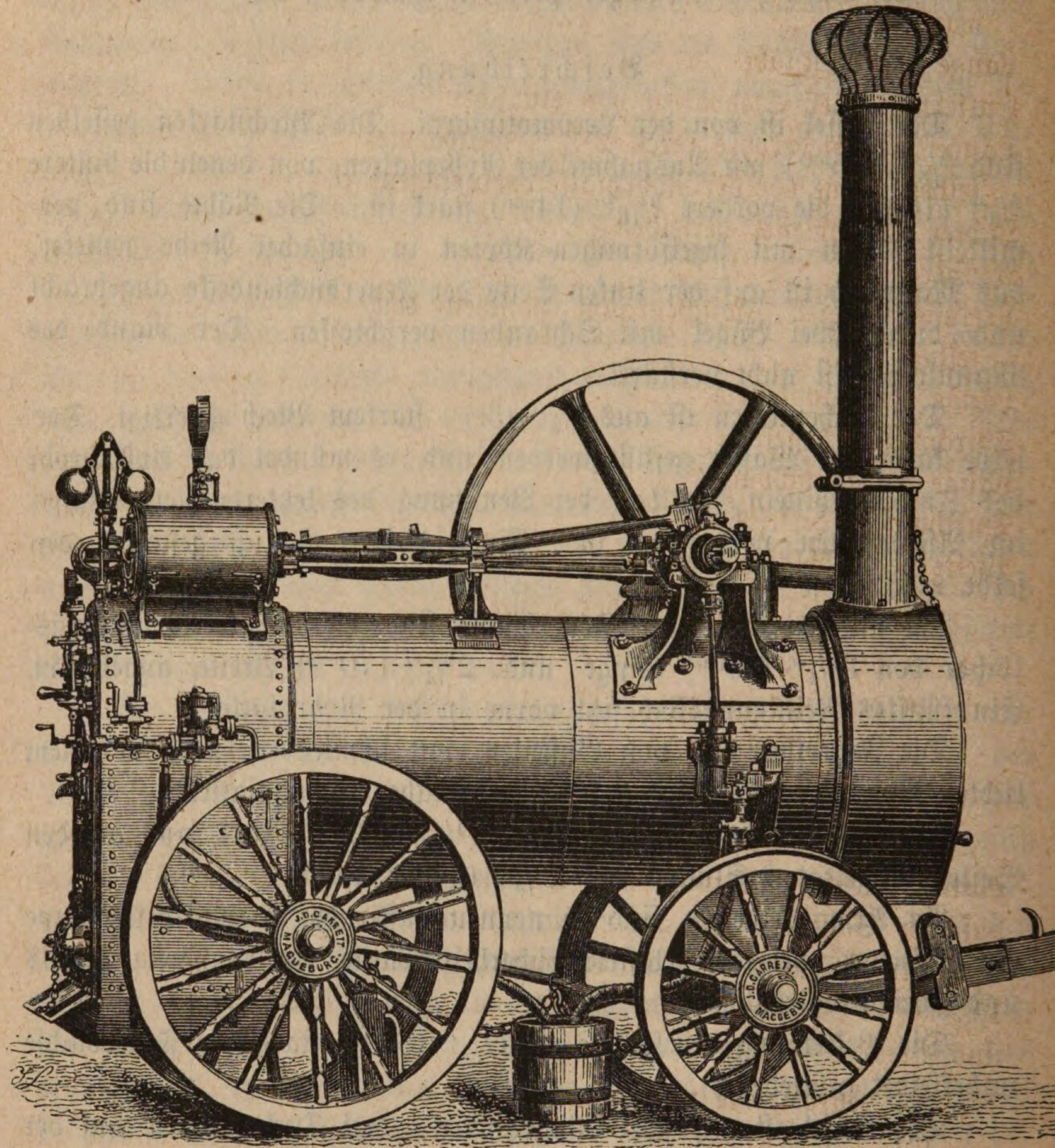


Fig. 37.

Höhe derselben von Unterkante bis zum Scheitel . . . . 4′ $4^3/_4$″ „ (1^m,340)

Ueberhöhung über dem Langkessel . . . . $3^1/_4$″ „ (83^{mm})

Länge der inneren Feuerbüchse im Lichten . . 1′ $6^1/_2$″ „ (470^{mm})

Höhe derselben im Lichten . . . . 3′ $2^3/_4$″ „ (984^{mm})

„ „ „ „ über dem Rost . . 2′ $6^1/_4$″ „ (768^{mm})

Breite derselben im Lichten	2'	7 1/2"	„	(800^{mm})
Von Hinterkante hinterer Rohrplatte bis Hinterkante Kessel	1'	10 1/4"	„	(565^{mm})
Lichter Zwischenraum zwischen den Feuerbüchsenwänden		3"	„	(76^{mm})
Länge der Roststäbe	1'	6 1/8"	„	(460^{mm})
Entfernung der Stehbolzen von einander . .		6 1/2"	„	(165^{mm})
Länge der Siederohre (excl. 2 1/4", welche dieselben vorne vor der Rohrplatte vorspringen)	6'	6"	„	(1^{m},981)
Lichter Durchmesser derselben		2 5/8"	„	(67^{mm})
Aeußerer „ „		2 7/8"	„	(73^{mm})
Kleinster lichter Zwischenraum zwischen denselben		15/16"	„	(24^{mm})
Länge des Langkessels	6'	1 1/16"	„	(1^{m},856)
Durchmesser desselben	2'	9"	„	(838^{mm})
Länge der Rauchbüchse . . , ...	1'	4"	„	(406^{mm})
Durchmesser derselben . . . . . , . . .	3'	4 3/8"	„	(1^{m},025)
Weite des Abblasehahns		3/4"	„	(19^{mm})

An Heizfläche hat der Kessel:

a. in der Feuerbüchse ca. 20 □F. (1,86 □Meter)
b. in den Siederohren „ 115 „ (10,7 „)

Zusammen ca. 135 □F. (12,56 □Meter)

Die totale Rostfläche des Kessels beträgt 4 □F. (0,372 □Meter).

Die Maschine ist eincylindrig, auf den Kessel direct (ohne Grundplatte) befestigt; Cylinder und Schieberkasten bilden ein Gußstück, ohne daß der Schieberkasten mit einem seitlichen Deckel versehen wäre. Der Cylinder ist nicht mit Dampfmantel versehen. Seine Bekleidung ist 1 1/2" (38^{mm}) stark und besteht in gewöhnlicher Weise aus Filz und Blech.

Die Kurbelwelle ist gekröpft und in zwei gußeisernen Böcken gelagert.

Die Schiebersteuerung geschieht in ganz einfacher Weise durch ein Excentric und einen Schieber, ohne Umsteuerung; die Schieberstange ist nur durch die Stopfbüchse geführt.

Die Absperrung des Dampfes geschieht durch einen Schieber, den der bei der Maschine befindliche Maschinist weder zu zeigen, noch genau seine Lage zu beschreiben vermochte.

Das Ausströmungsrohr geht außen auf dem Kessel entlang und

ist mit einem Zweigrohr zum Vorwärmen wie die vorige Maschine versehen.

Der Centrifugal-Regulator sitzt auf dem hinteren Theil der Feuerbüchse und wird durch eine Schnur von der Schwungradwelle aus betrieben.

Die Geradführung besteht aus 4 Linealen, die ebenso wie die Gleitklötze aus Gußeisen sind.

Die wichtigsten Abmessungen der Maschine sind:

Durchmesser des Cylinders im Lichten . . .		9″	engl.	(228^{mm})
Kolbenhub	1′		„	(305^{mm})
Durchmesser der Kolbenstange		$1\frac{1}{2}$″	„	(38^{mm})
Länge des Cylinders ohne Deckel	1′	$5\frac{1}{4}$″	„	(438^{mm})
Breite des Dampfausströmungscanals . . .		$1\frac{1}{4}$″	„	(32^{mm})
„ der Dampfeinströmungscanäle . . .		$\frac{5}{8}$″	„	(16^{mm})
„ „ Stege		$\frac{5}{8}$″	„	(16^{mm})
Länge der Canäle		$4\frac{1}{4}$″	„	(108^{mm})
Breite des Schiebers		$5\frac{1}{4}$″	„	(132^{mm})
Hub des Schieberexcentrics		$3\frac{1}{2}$″	„	(89^{mm})
Durchmesser desselben		7″	„	(178^{mm})
Stärke des Schieberexcentrics		$1\frac{3}{4}$″	„	(44^{mm})
Durchmesser der Nabe des Schieberexcentrics .		$4\frac{1}{2}$″	„	(114^{mm})
Länge derselben		$2\frac{7}{8}$″	„	(73^{mm})
Aeußere Deckung des Schiebers		$\frac{21}{32}$″	„	(17^{mm})
Innere „ „ „		$\frac{1}{16}$″	„	(1,5^{mm})
Länge der Excentricstange	4′	$\frac{3}{4}$″	„	(1^{m},238)
Stärke derselben am Excentric		1″	„	(25^{mm})
„ „ „ Charnier		$\frac{3}{4}$″	„	(19^{mm})
Durchmesser der Schieberstange		$\frac{5}{8}$″	„	(16^{mm})
Lichte Weite des Dampfeinströmungsrohres .		2″	„	(51^{mm})
Aeußerer Durchmesser des Dampfeinströmungsrohres		$2\frac{3}{8}$″	engl.	(60^{mm})
Höhe des Schornsteinuntersatzes	1′	$4\frac{5}{8}$″	„	(421^{mm})
Lichte horizontale Entfernung der Führungen .		$4\frac{1}{2}$″	„	(114^{mm})
„ verticale „ „ „ .		2″	„	(51^{mm})
Breite der Führungen „ „ „ .		$1\frac{1}{2}$″	„	(38^{mm})
Höhe „ „ an den Enden . . .		1″	„	(25^{mm})
„ „ „ in der Mitte ohne Rippe		$\frac{11}{16}$″	„	(18^{mm})
„ „ „ „ „ „ mit „		2″	„	(51^{mm})

Ganze Länge der Führungen	2′ 3 5/8″	„	(702^{mm})
Länge der Gleitklötze	5 1/4″	„	(133^{mm})
Länge der Pleuelstange von Mitte bis Mitte Lager	3′ 6 1/4″	„	(1^{m},073)
Stärke der Pleuelstange am Kreuzkopfende	1 3/8″	„	(35^{mm})
„ „ „ „ Kurbelende	1 3/8″	„	(35^{mm})
„ „ „ in der Mitte	1 7/8″	„	(48^{mm})
Durchmesser der Kurbelwelle	2 7/8″	„	(73^{mm})
Länge der Wellenlager	4 1/8″	„	(105^{mm})
Durchmesser des Schwungrades	4′ 9 3/8″	„	(1^{m},457)
Breite des Kranzes	5 1/2″	„	(140^{mm})
Stärke „ „ in der Mitte	1 11/16″	„	(43^{mm})
„ „ „ an den Seiten	1 1/4″	„	(32^{mm})
Hub des Pumpenexcentrics	2 1/4″	„	(57^{mm})
Stärke des „	1 5/8″	„	(41^{mm})
Durchmesser des „	7″	„	(178^{mm})
Durchmesser des Pumpenkolbens	2″	„	(51^{mm})

Der Wagen dieser Maschine zeigt als Eigenthümlichkeit einen ganz aus Eisen construirten Drehschemel, der sich durch Einfachheit und Solidität auszeichnet. Die Räder sind in Naben, Speichen und Felgen aus Holz gefertigt. Die Hinterachse geht vorn an der Feuerbüchse unter dem Langkessel durch.

Die Abmessungen des Wagens sind:

Durchmesser der Hinterräder	3′ 11 1/2″	(1^{m}206)
„ „ Vorderräder	3′	(914^{mm})
Kranzbreite „ Hinterräder	5 1/4″	(133^{mm})
„ „ Vorderräder	5 1/4″	(133^{mm})
Spurweite	5′ 6 1/2″	(1^{m}690)
Stärke der Vorderachse	2 7/8″ × 2 3/4″	(73^{mm} × 70^{mm})
„ „ Hinterachse	2 7/8″ × 2 3/4″	(73^{mm} × 70^{mm})
Durchmesser der Radnaben der Hinterräder	13″	(330^{mm})
Länge derselben in der Mitte	12 3/4″	(324^{mm})
„ „ außen	12 3/4″	(324^{mm})
Stärke der Speichen an der Nabe	3″ × 1 3/4″	(76^{mm} × 45^{mm})
Stärke der Speichen an den Felgen	2 1/2″ × 1 1/2″	(63^{mm} × 38^{mm})
Stärke der Felgen	2 1/2″	(63^{mm})
„ des eisernen Reifes	5/8″	(16^{mm})
Durchmesser der Radnaben der Vorderräder	11 1/2″	(292^{mm})

Länge derselben in der Mitte . . . . $12^1/_2$" (317^{mm})
Länge derselben außen . . . . $12^1/_2$" (317^{mm})
Stärke der Speichen an der Nabe . . 3" × $1^3/_4$" (76^{mm} × 45^{mm})
Stärke der Speichen an den Felgen . $2^1/_2$" × $1^1/_2$" (63^{mm} × 38^{mm})
Stärke der Felgen . . . . $2^1/_2$" (63^{mm})

Prüfungs-Resultate.

1) Anheizungsversuch.

Vom Augenblicke des Anzündens bis zur Gewinnung des normalen Dampfdruckes von 45 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (3,289 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter) wurden 1 Stunde und 22 Minuten gebraucht und dabei 73 Pfd. Kohlen und 8 Pfd. Holz verbrannt. Im Kessel waren enthalten 1636 Pfd. Wasser. Im Wasserstandsglase steigt der Wasserspiegel bei Hinzufügung von 100 Pfd. Wasser um 27^{mm}. Die Temperatur des Wassers beim Einfüllen betrug 12° R.

Trotzdem die Maschine mit doppeltem Funkenfänger versehen war, trat keine Störung des Luftzuges ein.

2) Bremsversuch.

Das Dynamometer an der Bremse zeigte eine Belastung von 175 Pfd. (wovon 7 Pfd. zu subtrahiren). Die Maschine arbeitete bei dieser Bremsbelastung im Ganzen eine Stunde und 13 Minuten und leistete dabei 12 wirkliche Pferdestärken. An Brennmaterial waren der Maschine 112 Pfd. Kohlen und 4 Pfd. Holz zugewogen, letztere, wie oben angegeben, zur Ausgleichung der beim Herausnehmen des Feuers unvermeidlichen Wärmeverluste.

Es verbrauchte diese Maschine somit pro Stunde und Pferdestärke 7,7 Pfd. Kohlen.

Die Notizen über den Manometerstand in Pfund pro Quadrat-Zoll rheinl. während des Bremsversuches sind folgende:

50, 40, 46, 44, 45, 44, 44, 46, 46, 44, 46, 44, 46, 44, 39.

Die Notizen über die Temperatur des Wassers im Vorwärmer sind in Graden Réaumur:

12, 14, 17, 18, 28, 28, 39, 35, 47, 55, 65.

Auch hier war das Gefäß, aus welchem gespeist wurde, nicht groß genug, um für die ganze Dauer des Bremsversuches genügend

Wasser zu fassen. Das Heruntergehen von 39° auf 35° deutet an, daß inzwischen neues Wasser von 12° Temperatur hinzugekommen ist.

Die Gesammtzahl der Umdrehungen der Maschine (mit Rotationszähler gezählt) betrug 9130, durchschnittlich pro Minute 125, die Gesammtzahl der Umdrehungen der Bremse betrug 10859. Nach dem reinen Verhältniß des Umfanges der Riemscheiben hätte die Bremse 10926 Umdrehungen gemacht, welche Zahl, verglichen mit der wirklichen Umdrehungszahl der Bremse einen in der Natur der Riemenübertragung begründeten und als gering anzusehenden Verlust von $^2/_3$ pCt. ergiebt.

Das totale während des Versuches verdampfte Wasserquantum betrug 537 Pfd., daher der Kessel pro Pfd. Kohle 4,8 Pfd. Wasser verdampft hat. Hiernach verbrauchte die Maschine 36,9 Pfd. Wasser pro Stunde und Pferdestärke.

3) Indicator-Diagramme.

Das während des Bremsversuches von der Maschine genommene Diagramm, Fig. 38, läßt erkennen, daß die Maschine ungefähr mit $^3/_4$ Füllung

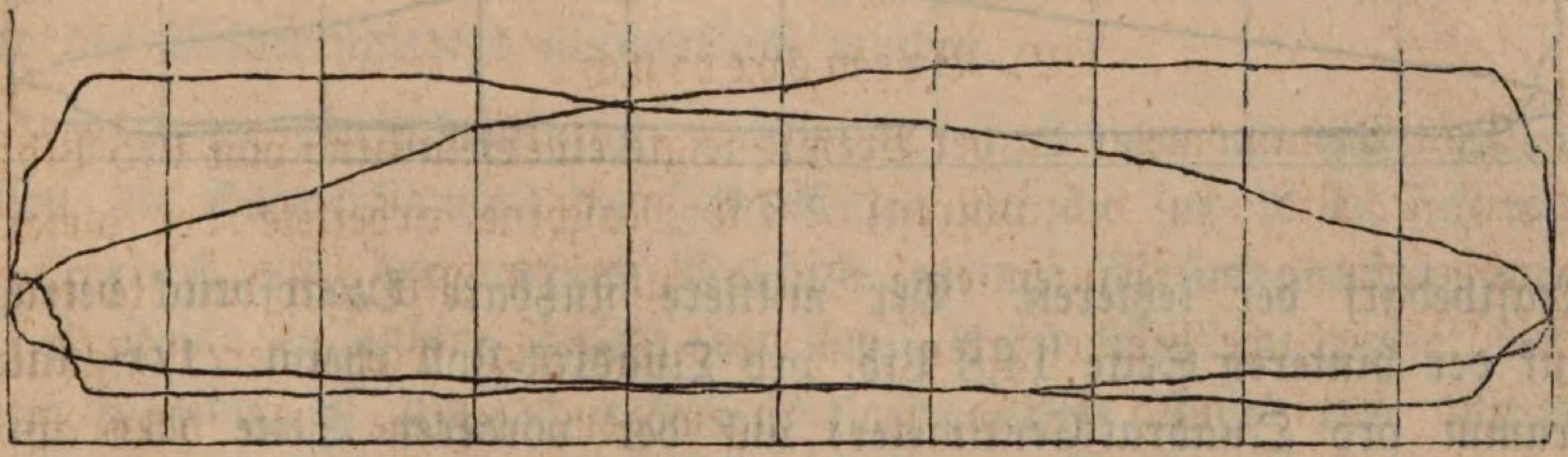


Fig. 38.

arbeitet. Das Diagramm zeigt nur geringe Compression. Die Maschine machte laut besonderer Zählung 125 Touren in der Minute, in welcher das Diagramm genommen wurde, genau die durchschnittliche Geschwindigkeit der Maschine. Der aus diesem Diagramm berechnete mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt für die hintere Seite des Cylinders 24,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,76 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), für die vordere Seite 24,6 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,8 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter). Die Anzahl der berechneten Indicator-Pferdestärken beträgt $12^1/_4$, eine Zahl, welche zwar die Anzahl der Bremspferdestärken um etwas übertrifft, jedoch jedenfalls noch unter der Wirklichkeit ist, da durch das nun folgende, von der leer-

gehenden Maschine genommene Diagramm $1\frac{3}{4}$ Pferdestärken indicirt werden, um welche Größe die Anzahl der Indicatorpferdestärken diejenige der Bremspferdestärken mindestens übertreffen müßte.

Das von der leergehenden Maschine genommene Diagramm, Fig. 39,

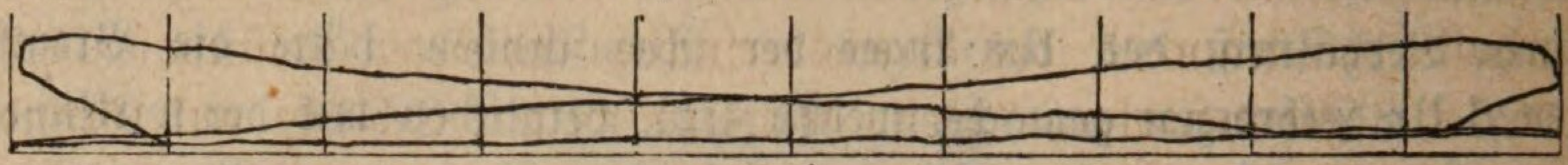


Fig. 39.

zeigt einen geringen Kraftbedarf. Der mittlere nutzbare Dampfdruck hinterer Seite beträgt 4,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (0,3 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), der mittlere nutzbare Dampfdruck vorderer Seite 4,5 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (0,33 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das Diagramm, genommen als die Locomobile die leergehende Dreschmaschine trieb, Fig. 40, zeigt einen verhältnißmäßig geringen

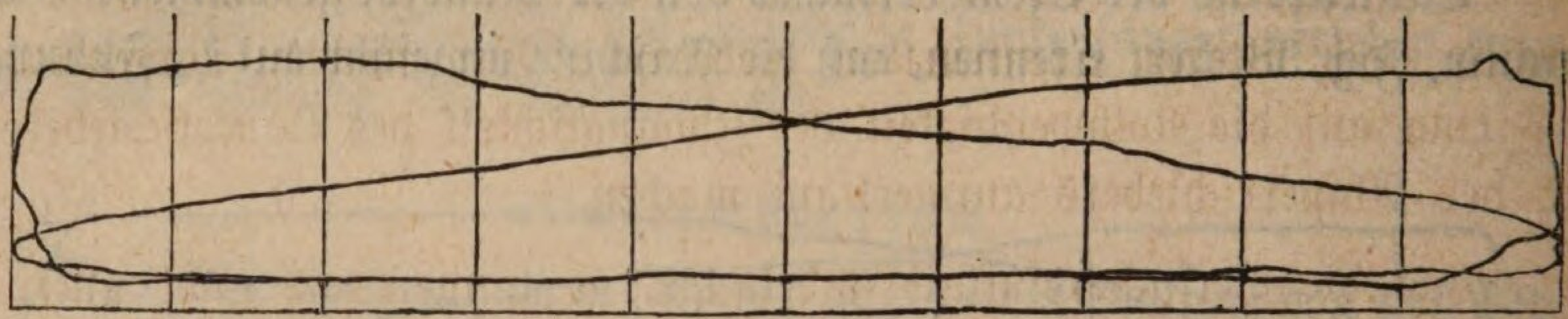


Fig. 40.

Kraftbedarf der letzteren. Der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der hinteren Seite 14,8 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,08 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter) auf der vorderen Seite 13,6 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (0,994 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das Diagramm, genommen, als die Locomobile die Probe dreschende Dreschmaschine trieb, Fig. 41, zeigt große Aehnlichkeit mit dem Dia-

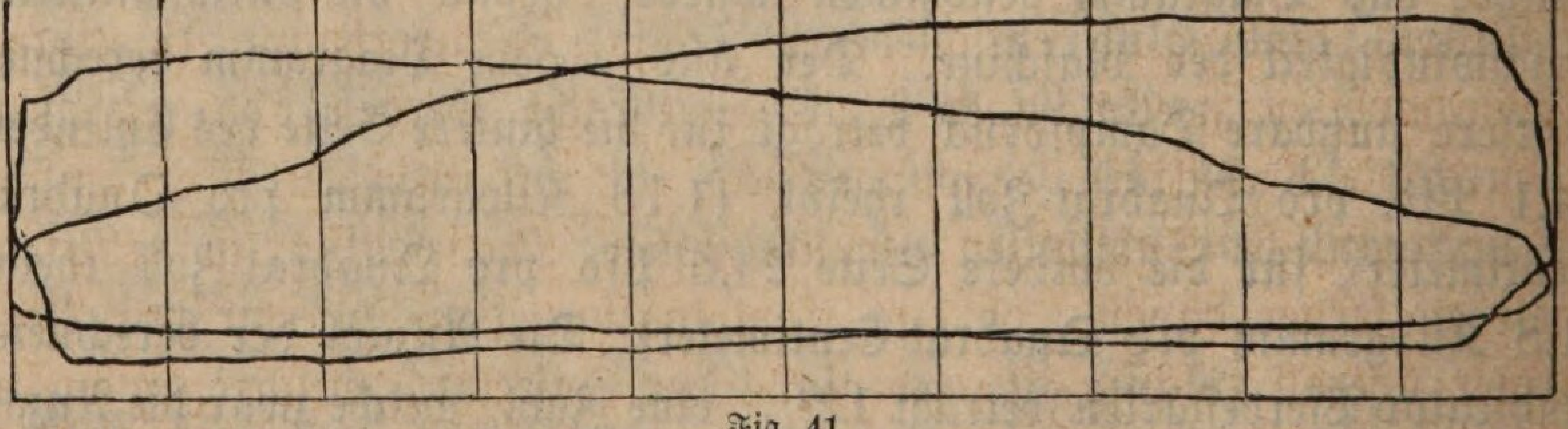


Fig. 41.

gramm Fig. 38. Der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der

hinteren Seite 21,9 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,6 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter) auf der vorderen Seite des Dampfcylinders 24,9 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,82 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter.)

Die durch dieses Diagramm indicirte Leistung bleibt noch etwas unterhalb der während des Bremsversuches indicirten Leistung (11,7 gegen 12,2 Pferdestärken). Wenn wir uns weitere Schlüsse auf Grund dieses Versuches gestatten wollen, dürfen wir annehmen, daß diese Maschine beim Dreschen 88 Pfd. Kohlen gebraucht; zum Ausdreschen des ihr beim Versuch gelieferten Quantums von 2000 Pfd. Roggen 30 Pfd. Kohle.

Bemerkungen.

Diese Maschine, von welcher wir im Ganzen den Eindruck einer guten und practisch brauchbaren Locomobile besitzen, zeigt in einzelnen ihrer Details, daß die Firma ebenfalls bemüht ist, den neuesten Fortschritten Rechnung zu tragen, während dieselbe allerdings in manchen Details noch älterer Construction adhärirt. Wir möchten namentlich die Firma auf die Nothwendigkeit der Zugänglichkeit des Dampfschiebers und des Absperrschiebers aufmerksam machen.

Was die Versuchsresultate anbelangt, so können wir nicht unterlassen, die Aufmerksamkeit der Fabricanten auf die sowohl an sich wie in Vergleich mit der vorigen Maschine geringe Wasserdampfung pro Pfund Kohle zu lenken, welche der Kessel dieser Maschine gezeigt hat. Dies Resultat ist um so auffallender, da dieser Kessel eine etwas größere Heizfläche als der Kessel der vorigen Maschine besitzt.

Die Armatur des Kessels betreffend, können wir nicht umhin, über den an der Maschine als zweite Speisevorrichtung angebrachten Injector zu bemerken, daß, abgesehen von der sicherlich noch nicht durch die Praxis hinlänglich entschiedenen Frage, ob überhaupt Injectoren bei Locomobilen zweckmäßiger Weise angebracht werden, da dieselben oft durch die Verhältnisse gezwungen sind, mit unreinem, durch organische und unorganische Substanzen verunreinigtem Speisewasser zu arbeiten, abgesehen ferner davon, ob eine Combination von Injector mit Vorwärmer überall zuläßig ist, jedenfalls der Injector, welcher an dieser Maschine angebracht war, als nicht brauchbar bezeichnet werden muß, da derselbe selbst bei dem zum Versuch benutzten vorzüglich reinen

Speisewasser und in den Händen des dabei beschäftigten, kundigen Maschinisten meistens den Dienst versagte, so daß von dem Gebrauche desselben gänzlich Abstand genommen werden mußte.

Hinsichtlich des Fahrapparates dieser Maschine erwähnen wir, daß der einfach und solide, ganz aus Schmiedeeisen construirte Drehschemel die besondere Anerkennung der Prüfungs-Commission fand und daß die Größe und Breite der Räder von der Majorität als genügend erachtet wurde.

3) Locomobile von Garret & Sons, England.

Ausgestellt und bereits längere Zeit benutzt von dem Eigenthümer derselben, Ohnesorge in Rostock. 8 nominelle Pferdestärken. Nr. 215 des Katalogs.

Beschreibung.

Der Kessel dieser Maschine ist von der Locomotivform. Die Niete stehen in einfachen Reihen und haben außen kegelförmige Köpfe. Das Mannloch ist auf der linken Seite der Feuerbüchse angebracht, mit Bügelverschluß versehen, ohne Verstärkung des Randes. Die Aschklappe gestattet keinen dichten Abschluß des Zuges, der Aschkasten kann mit Wasser gefüllt werden. Es sind 5 ovale mit Bügeln geschlossene Reinigungslöcher von $3^1/_2''$ (89^{mm}) Länge und $2^1/_2''$ (64^{mm}) Breite vorhanden.

Von den beiden vorhandenen Sicherheitsventilen ist eins mit Federbelastung, das andere erst neuerdings angebrachte mit Gewichtsbelastung eingerichtet. Es ist keine zweite Speisevorrichtung vorhanden. Ein Wasserstandsglas und zwei Probirhähne dienen zur Erkennung des Wasserstandes, ein messingener Abblasehahn zur Entleerung des Kessels.

Die Feuerbüchse ist mit 32 Stehbolzen verankert, welche in $7''$ (178^{mm}) horizontalem und $10''$ (254^{mm}) verticalem Abstand stehen.

Die Rauchbüchse ist cylindrisch und mit einer Thür von der Form eines Kreisabschnittes versehen, welche nach oben aufgeklappt wird. Der Funkenfänger besteht aus einer über dem Schornstein befestigten kreisrunden Platte.

Der Kessel hat 27 Siederohre.

Die wichtigsten Abmessungen des Kessels sind:

Länge der äußeren Feuerbüchse	2′	engl.	(610^{mm})
Breite derselben	3′	„	(914^{mm})
Höhe derselben von Unterkante bis zum Scheitel	4′	„	(1^{m},219)
Länge der inneren Feuerbüchse im Lichten	20″	„	(508^{mm})
Lichte Höhe über dem Rost	2′ 2″	„	(660^{mm})
Breite derselben im Lichten	2′ 5¼″	„	(743^{mm})
Lichter Zwischenraum zwischen den Feuerbüchsenwänden	2½″	„	(63^{mm})
Horizontale Entfernung der Stehbolzen von Mitte bis Mitte	7″	„	(178^{mm})
Verticale Entfernung der Stehbolzen von Mitte bis Mitte	10″	„	(254^{mm})
Länge der Siederohre	6′ 9¼″	„	(2^{m},062)
Lichter Durchmesser derselben	2¼″	„	(57^{mm})
Länge des Langkessels	6′ 6″	„	(1^{m},981)
Durchmesser desselben	2′ 7¾″	„	(806^{mm})
Länge der Rauchbüchse	1′ 2″	„	(355^{mm})
Durchmesser derselben	3′	„	(914^{mm})
Größe des Mannlochs	13″ × 9″	engl.	(330 × 229^{mm})
„ der Feuerthür	11½″ × 8½″	„	(292 × 216^{mm})
Weite des Abblasehahns	1″	engl.	(25^{mm})

An Heizfläche hat der Kessel:

a. in der Feuerbüchse ca. 16 □F. (1,49 □Meter)
b. in den Siederohren „ 106 „ (9,86 „)

Zusammen ca. 122 □F. (11,35 □Meter)

Die totale Rostfläche des Kessels beträgt 4 □F. (0,37 □Meter.

Die Maschine ist eincylindrig, der Cylinder mit vier Schrauben auf der Feuerbüchse befestigt; der Schieberkasten ist seitlich abnehmbar und gestattet hierdurch einen völlig freien Zugang zum Dampfschieber und zu seiner Grundfläche am Cylinder. Hinterer und vorderer Cylinderdeckel sind mit dem zugehörigen Schieberkastendeckel in einem Stück gegossen. Der Cylinder ist mit Holz und Blech bekleidet, mit Schmierhahn und zwei Condensationshähnen versehen, die Kurbelwelle ist in zwei Consolen gelagert.

Die Schiebersteuerung ist einfach, ohne Umsteuerung, die Schieberstange nur durch die Stopfbüchse geführt.

Die Absperrung des Dampfes geschieht durch einen Schieber, welcher

unter dem Cylinder im Kessel liegt. Das Einströmungsrohr ist im Cylinder eingegossen, das Ausströmungsrohr geht außen auf dem Kessel entlang.

Der Centrifugal-Regulator wird durch einen Riemen getrieben und wirkt auf eine Drosselklappe.

Die Geradführung besteht aus vier gußeisernen Führungslinealen mit Gleitklötzen von demselben Material.

Die wichtigsten Abmessungen der Maschine sind:

Durchmesser des Cylinders im Lichten . .		$9^{1}/_{16}''$	engl.	(230^{mm})
Höhe des Kolbens		$2^{5}/_{8}''$	„	(67^{mm})
Kolbenhub		$12''$	„	(305^{mm})
Durchmesser der Kolbenstange		$1^{1}/_{4}''$	„	(32^{mm})
Länge des Cylinders	1'	$5^{1}/_{4}''$	„	(438^{mm})
Lichte Länge des Cylinders zwischen den Deckeln	1'	$3^{1}/_{4}''$	„	(387^{mm})
Lichter Durchmesser des Schornsteins . . .		$10''$	„	(254^{mm})
Lichte horizontale Entfernung zwischen den Führungslinealen		$5''$	„	(127^{mm})
Lichte verticale Entfernung zwischen den Führungslinealen		$1^{1}/_{2}''$	„	(38^{mm})
Breite der Lineale		$1^{3}/_{4}''$	„	(44^{mm})
Länge der Gleitklötze		$4''$	„	(101^{mm})
Länge der Pleuelstange von Mitte bis Mitte Lager	3'		„	(914^{mm})
Stärke der Pleuelstange am Kreuzkopfende .		$1^{1}/_{4}''$	„	(32^{mm})
„ „ „ am Kurbelende .		$1^{3}/_{8}''$	„	(35^{mm})
„ „ „ in der Mitte .		$1^{5}/_{8}''$	„	(41^{mm})
Durchmesser der Kurbelwelle		$2^{3}/_{4}''$	„	(70^{mm})
Länge der Wellenlager		$4^{3}/_{8}''$	„	(111^{mm})

Die Räder haben gußeiserne Naben, hölzerne Speichen und Felgen, schmiedeeiserne Reifen; die Hinterachse geht vor der Feuerbüchse unter dem Langkessel gerade durch und ist mit schmiedeeisernen Winkeln an der Feuerbüchse befestigt.

Die Abmessungen der Achsen und Räder sind:

Durchmesser der Hinterräder	4'	$7''$	($1^{m}397$)
„ „ Vorderräder	3'	$9''$	($1^{m}143$)
Kranzbreite der Hinterräder		$6^{1}/_{2}''$	(165^{mm})
„ „ Vorderräder		$6^{1}/_{2}''$	(165^{mm})

Spurweite	5′ 6 1/2″ (1m689)
Durchmesser der Radnaben der Räder	11 3/4″ (300mm)
Länge derselben in der Mitte	11 3/4″ (300mm)
Stärke der Speichen an der Nabe . .	1 1/2″ × 3 1/2 (38mm × 89mm)
Stärke der Speichen an den Felgen .	1 1/2″ × 3″ (38mm × 76mm)
Stärke der Felgen	3 1/4″ (83mm)
„ des eisernen Reifes	5/8″ (16mm)

Prüfungs-Resultate.

1) Anheizungsversuch.

Vom Augenblicke des Anzündens bis zur Gewinnung des normalen Dampfdrucks von 45 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. wurden 1 Stunde und 6 Minuten gebraucht bei einem Brennmaterialverbrauch von 53 Pfd. Kohlen und 8 Pfd. Holz. Im Kessel waren enthalten 942 Pfd. Wasser. Im Wasserstandsglase steigt der Wasserspiegel bei Hinzufügung von 100 Pfd. Wasser um 23mm. Das Glas steht senkrecht. Die Temperatur des Wassers beim Einfüllen betrug 12° R.

2) Bremsversuch.

Das Dynamometer zeigte eine Anspannung von 201 Pfd. (wovon 7 Pfd. zu subtrahiren). Die Maschine arbeitete mit dieser Belastung 1 Stunde und leistete dabei 13 Pferdestärken. Dieser Maschine waren Anfangs wie den beiden vorhergehenden Maschinen 4 Pfd. Holz und 112 Pfd. Kohlen zugewogen; es stellte sich jedoch beim Ende des Versuchs heraus, daß der Wasserstand nicht inne gehalten war, und bedurfte es zur Wiederherstellung desselben einer Zugabe von 21 Pfd. Kohlen, daher der Totalverbrauch dieser Maschine 133 Pfd. Kohlen beträgt.

Es verbrauchte diese Maschine daher pro Stunde und Pferdestärke 10 1/4 Pfd. Kohlen.

Die Notizen über den Manometerstand während des Bremsversuches sind:

45, 40, 45, 47, 42, 38, 38, 35, 45, 37.

Die Gesammtzahl der Umdrehungen der Maschine betrug (mit dem Rotationszähler gezählt) 7823, die durchschnittliche Anzahl der Umdrehungen pro Minute betrug 130, die Gesammtzahl der Umdrehungen der Bremse 8574. Nach dem Verhältniß des Scheibenumfanges hätte

die Bremse 8656 Umdrehungen gemacht, wonach der durch die Riemenübertragung verursachte Verlust nicht ganz 1 pCt. beträgt.

Das totale während des Versuches verdampfte Wasserquantum betrug 676 Pfd., wonach der Kessel pro Pfd. Kohle 5,08 Pfd. Wasser verdampft hat. Die Maschine verbrauchte 52 Pfd. Wasser pro Stunde und Pferdestärke.

3) Indicator-Diagramme.

Das während des Bremsversuches genommene Diagramm, Fig. 42,

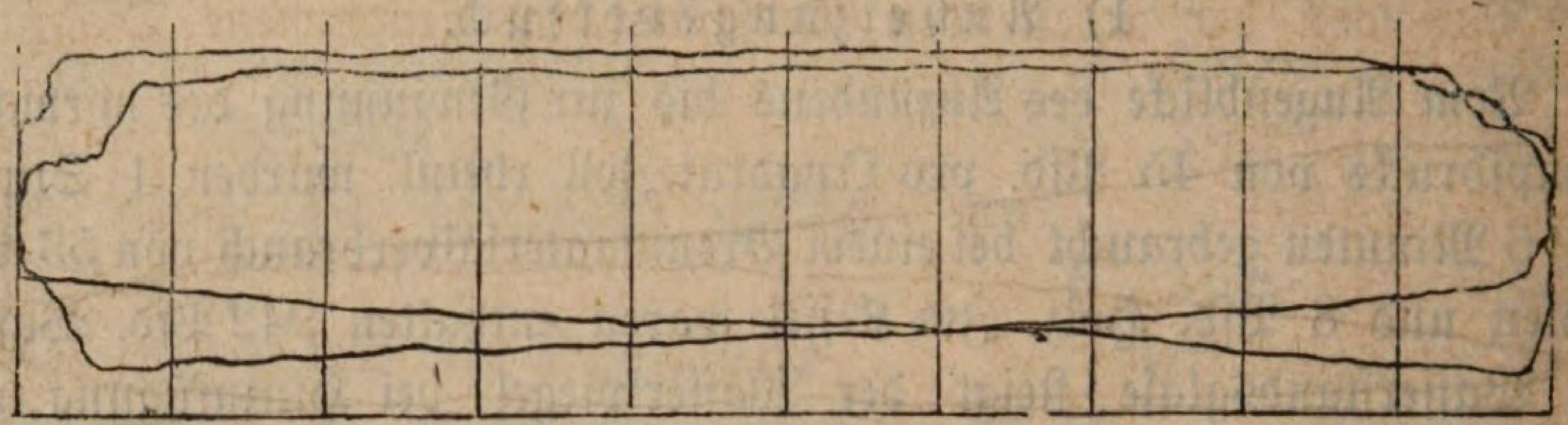


Fig. 42.

zeigt, daß die Maschine fast ohne alle Expansion arbeitet. Der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der vorderen Seite des Cylinders 22 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,61 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), auf der hinteren Seite 24,4 Pfd. pro Quadrat-Zoll rheinl. (1,78 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter.)

Das von der leergehenden Maschine genommene Diagramm, Fig. 43,

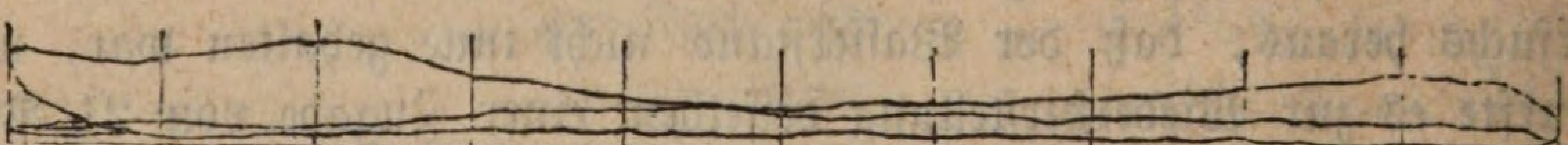


Fig. 43.

weist nach, daß die Reibung der leergehenden Maschine eine außerordentlich geringe ist, was sich auch voraussetzen ließ, da durch den Gebrauch der Maschine die Lager derselben bereits eingelaufen sind. Der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der vorderen Seite des Cylinders 2,4 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,175 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), auf der hinteren Seite 3,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,227 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das Diagramm, welches genommen wurde, als die Locomobile die leergehende Dreschmaschine trieb, Fig. 44, ergiebt, daß zum Betriebe

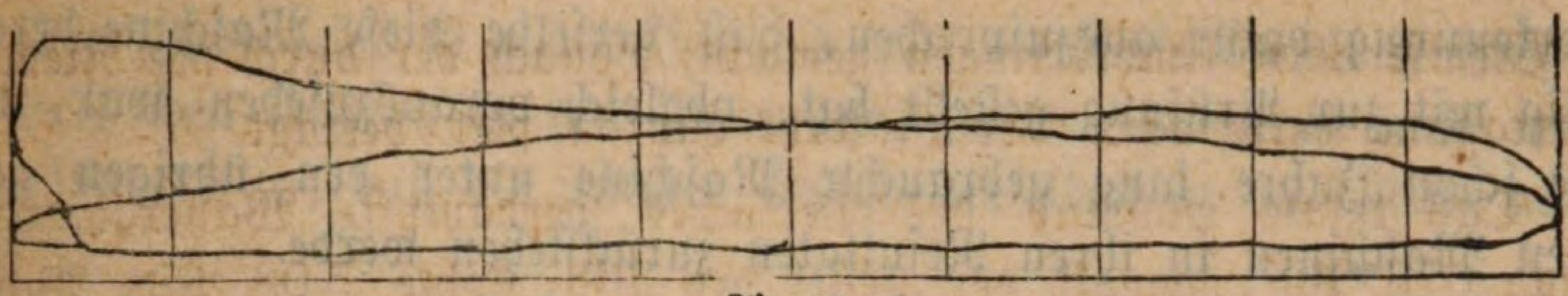


Fig. 44.

der leergehenden Dreschmaschine nur wenig Kraft erforderlich ist. Der mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt auf der vorderen Seite des Cylinders 11,2 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,819 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), auf der hinteren Seite 11,93 Pfd pro Quadrat-Zoll (0,87 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Das von der arbeitenden Dreschmaschine genommene Diagramm

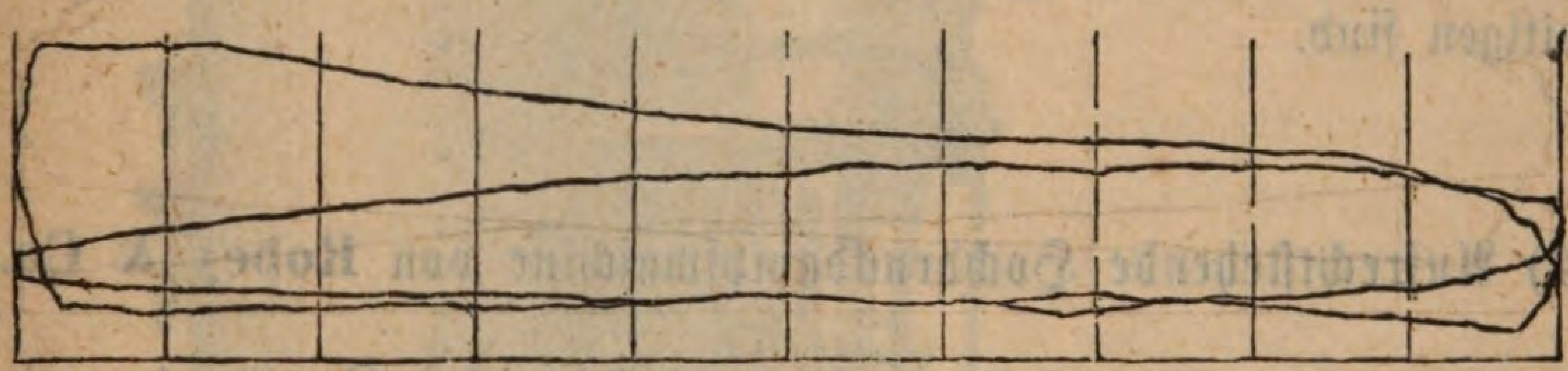


Fig. 45.

Fig. 45 zeigt, daß auch zum Betriebe der arbeitenden Dreschmaschine verhältnißmäßig wenig Kraft erforderlich ist. Der mittlere nutzbare Dampfdruck vorderer Seite beträgt 11,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,81 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), hinterer Seite 16,6 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,21 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter). Die aus diesem Diagramm berechnete Anzahl Pferdestärken verhält sich zu der aus Diagramm Fig. 44 berechneten wie 7:12, woraus wir den jedenfalls annähernd richtigen Schluß ziehen, daß der Kraftbedarf der arbeitenden Dreschmaschine ca. 7½ wirkliche Pferdestärken beträgt. Hiernach braucht die Maschine beim Dreschen ca. 78 Pfd. Kohlen pro Stunde, zum Ausdreschen des ihr beim Versuch gelieferten Quantums von 2000 Pfd. Roggen ca. 37 Pfd. Kohlen.

Uebrigens zeigen die sämmtlichen Diagramme auf der hinteren Seite des Cylinders mehr Füllung und höhere Dampfspannung, ein Umstand, der einer einseitigen Stellung des Dampfcylinders zuzuschreiben ist, welcher letztere durch die Ausnutzung und Nachstellung des Excentricringes der Schwungradwelle zu nahe gerückt ist.

Bemerkungen.

Die Prüfungs-Commission sieht sich veranlaßt, dem Aussteller ihre

Anerkennung dafür auszusprechen, daß derselbe diese Maschine bereitwillig mit zur Prüfung gestellt hat, obgleich vorauszusehen war, daß diese schon Jahre lang gebrauchte Maschine unter den übrigen ganz neuen Maschinen in ihren Resultaten zurückstehen werde.

Die Maschine liefert durch den guten Zustand, in welchem sich die Lager und arbeitenden Theile derselben befinden, den besten Beweis für die Dauerhaftigkeit der Construction; die Mängel, welche dieser Maschine in Folge des Gebrauches adhäriren, bestehend namentlich im Lecken der Hähne, Mangel der Schornsteinstütze, anstatt deren ein Holzkloß benutzt wird, einseitige Stellung und Undichtigkeit des Dampfschiebers finden sich bekanntlich bei den meisten gebrauchten Locomobilen, obgleich sie mit verhältnißmäßig geringer Mühe und Kosten zu beseitigen sind.

4) Aufrechtstehende Hochdruckdampfmaschine von **Robey & Co.**, Lincoln, England. Ausgestellt von Rahm & Dietrich in Stettin. 4 nominelle Pferdestärken. Nr. 87 des Katalogs.

Beschreibung.

Der Kessel dieser Maschine ist von der Form eines aufrechtstehenden Cylinders und ist in seinem Innern mit sogenannten Field'schen Röhren versehen. Die Vernietung ist durchweg in einfachen Nähten ausgeführt, die Blechstärke beträgt $^3/_8''$ ($9{,}5^{mm}$), das Mannloch ist oben an der Kesselfront ca. 3 Fuß (914^{mm}) über der Feuerthür angebracht und sein Rand mit einem Verstärkungsring gebührend verstärkt. Die Grundplatte dieses Kessels ist von Gußeisen und hohl, in ihrer Mitte findet der Luftzutritt für das Feuer statt, welcher durch eine an der vorderen Seite der Grundplatte befindliche, dicht schließende gußeiserne Klappe regulirt, resp. gänzlich abgeschlossen werden kann. Rings um den Luftcanal ist Raum zur Aufnahme des Speisewassers, welches hier vorgewärmt wird. Am Kessel finden sich drei Reinigungslöcher, von denen eins kreisrund ist und $6''$ (152^{mm}) Durchmesser hat und von denen die anderen beiden von ovaler Form und $4'' \times 3''$ ($101^{mm} \times 76^{mm}$) groß sind. An dem Wasserbehälter sind ebenfalls Reinigungslöcher, und zwar eins von $10'' \times 7''$ ($254^{mm} \times 178^{mm}$) und drei kleinere von $4^1/_2'' \times 3''$ ($111^{mm} \times 76^{mm}$) Größe.

Die Feuerbüchse ist cylindrisch und von der Decke derselben hängen die Field'schen Röhren in den Feuerraum hinein und zwar nicht senkrecht, sondern so, daß die unteren Enden derselben in der Mitte nahe

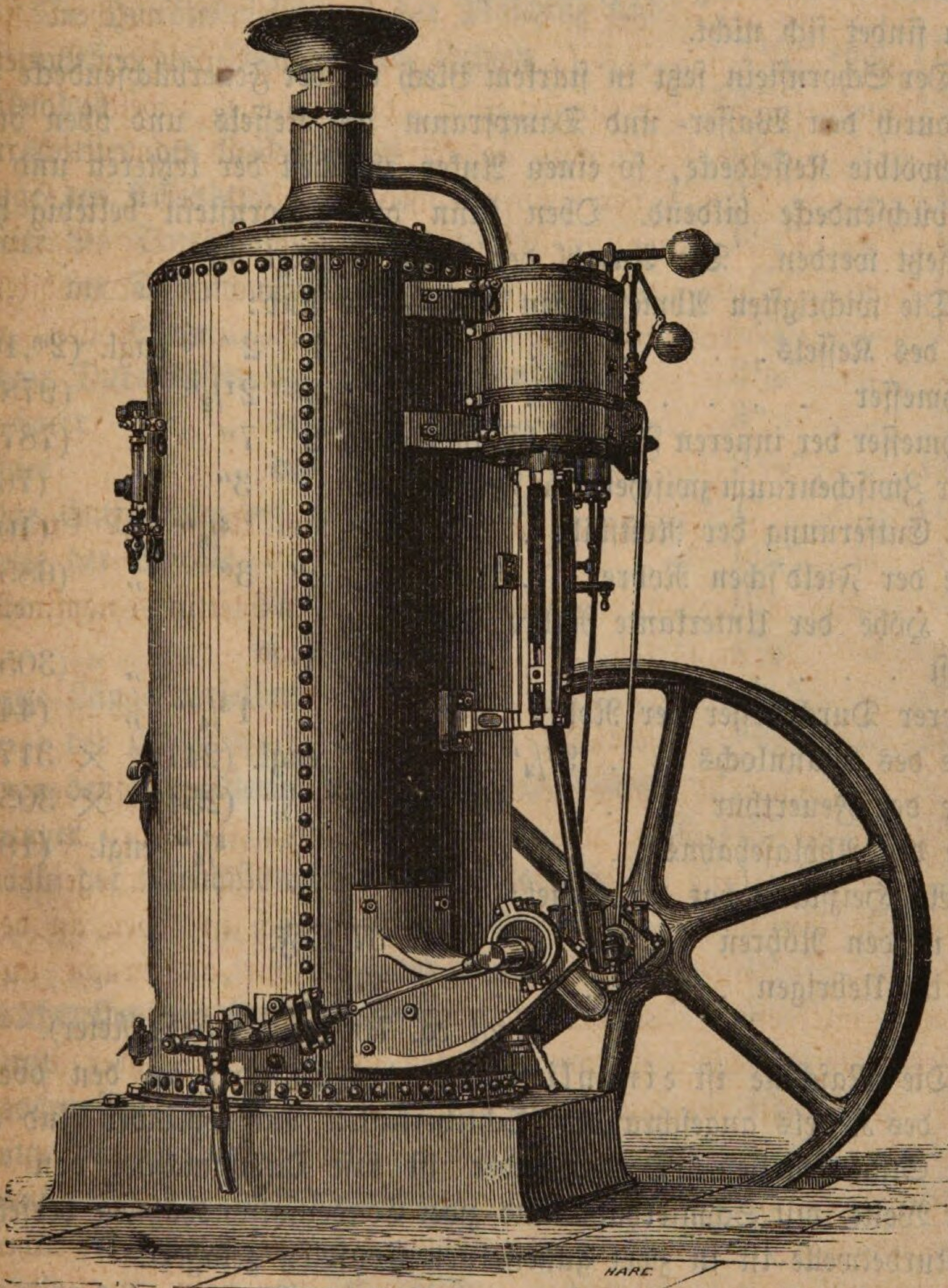


Fig. 46.

zusammen kommen. Der Rost ist kreisrund und wird von zwei festen kreissegmentförmigen Stücken von 6″ (152mm) Bogenhöhe und 15 Roststäben der gewöhnlichen Art gebildet, deren längster 31″ lang ist.

Die Armatur des Kessels ist vollständig nach preußischem Kessel-

gesetz eingerichtet, wobei zu bemerken ist, daß auch hier die Firma in Folge der irrthümlichen Angabe eines ihrer Agenten ein Ventil mit Gewichtsbelastung eingerichtet hat.

Eine Verankerung der Feuerbüchse mit dem Außenkessel durch Stehbolzen findet sich nicht.

Der Schornstein setzt in starkem Blech an der Feuerbüchsendecke an, geht durch den Wasser- und Dampfraum des Kessels und oben durch die gewölbte Kesseldecke, so einen Anker zwischen der letzteren und der Feuerbüchsendecke bildend. Oben kann der Schornstein beliebig hoch fortgesetzt werden. Die Anzahl der Rohre beträgt 36.

Die wichtigsten Abmessungen des Kessels sind:

Höhe des Kessels	7′ 2″	engl.	(2^m,184)
Durchmesser	3′ 2$^1/_2$″	„	(978^{mm})
Durchmesser der inneren Feuerbüchse im Lichten	2′ 7″	„	(787^{mm})
Lichter Zwischenraum zwischen den Feuerbüchsen	3″	„	(76^{mm})
Lichte Entfernung der Roststäbe	$^3/_8$″	„	(10^{mm})
Länge der Field'schen Rohre	2′ 3″	„	(685^{mm})
Lichte Höhe der Unterkante Rohre über dem Rost	1′	„	(305^{mm})
Aeußerer Durchmesser der Rohre	1$^3/_4$″	„	(44^{mm})
Größe des Mannlochs . .	9$^1/_2$″ × 12$^1/_2$″	engl.	(241^{mm} × 317^{mm})
Größe der Feuerthür . . .	10″ × 12″	„	(254^{mm} × 305^{mm})
Weite des Abblasehahns	$^3/_4$″	engl.	(19^{mm})

An Heizfläche hat der Kessel:

a. in den Röhren . . . . . ca. 37 □F.
b. im Uebrigen . . . . „ 33 „

Total ca. 70 □F. (6,5 □Meter).

Die Maschine ist eincylindrig, der Cylinder an den oberen Theil des Kessels angeschraubt. Schieberkasten und Cylinder sind aus einem Stück gegossen. Der Cylinder ist mit Dampfmantel von $^7/_8$″, lichter Weite, mit Schmierhahn und zwei Condensationshähnen versehen. Die Kurbelwelle ist in zwei gußeisernen Consolen gelagert.

Die Schiebersteuerung ist ganz ähnlich wie bei der früher beschriebenen Locomobile derselben Fabrik. Der Dampfschieber gehört in die Kategorie der sogenannten Entlastungsschieber. Die Führung der Schieberstange geschieht nur durch die Stopfbüchse. Der Dampf wird durch einen Schieber abgesperrt, der durch einen besonderen Deckel zugänglich ist. Das Ausströmungsrohr theilt sich in zwei Zweige

deren einer 1″ (25mm) im Lichten weit nach unten in den Vorwärmer, deren anderer hinauf in den Schornstein führt.

Die Geradführung besteht aus 4 gußeisernen Führungslinealen mit Gleitklötzen von Schmiedeeisen.

Die Hauptabmessungen der Maschine sind:

Durchmesser des Cylinders im Lichten . . .		7 1/4″	engl.	(184mm)
Kolbenhub		12″	„	(305mm)
Durchmesser der Kolbenstange		1 1/4″	„	(32mm)
Länge des Cylinders	1′	5″	„	(432mm)
Breite des Dampfausströmungscanals . .		1 1/4″	„	(32mm)
„ der Dampfeinströmungscanäle . . .		1/2″	„	(13mm)
„ „ Stege		1/2″	„	(13mm)
Lichter Durchmesser der Blasrohrmündung .		2 1/2″	„	(64mm)
Aeußerer „ des Blasrohres . . .		3″	„	(76mm)
Lichter „ des Schornsteins . . .		9 1/2″	„	(241mm)
Lichte Entfernung der Führungslineale . .		4″	„	(101mm)
Breite der Lineale		1 1/2″	„	(38mm)
Höhe „ „ an den Enden		1″	„	(25mm)
„ „ „ in der Mitte		1 5/8″	„	(41mm)
Ganze Länge derselben	2′	1 1/2″	„	(648mm)
Länge der Gleitklötze		7 3/8″	„	(187mm)
Länge der Pleuelstange von Mitte bis Mitte Lager	2′	11″	„	(889mm)
Stärke der Pleuelstange am Kreuzkopfende .		1 1/4″	„	(32mm)
„ „ „ „ Kurbelende .		1 5/8″	„	(41mm)
„ „ „ in der Mitte .		1 3/4″	„	(44mm)
Durchmesser des Kurbelzapfens		2 1/2″	„	(64mm)
Länge „ „ . . . . ,		2 1/2″	„	(64mm)
Durchmesser der Kurbelwelle		2 3/4″	„	(70mm)
Länge der Wellenlager		4 1/4″	„	(108mm)
Durchmesser des Schwungrades	4′	6″	„	(1m,372)
Breite des Kranzes		6″	„	(153mm)
Stärke „ „ in der Mitte		2″	„	(51mm)
Stärke des Kranzes an den Seiten		1 3/4″	engl.	(44mm)
Durchmesser des Pumpenkolbens		1 1/2″	„	(38mm)
„ der Regulatorkugeln		4 1/2″	„	(114mm)

Prüfungs-Resultate.

1) Anheizungsversuch.

Vom Augenblick des Anzündens bis zur Gewinnung des normalen Dampfdrucks von 55 Pfd. pro Quadrat-Zoll im Dampfkessel wurden 1 Stunde und 10 Minuten gebraucht, bei einem Brennmaterialverbrauch von 58 Pfd. Kohlen und 5 Pfd. Holz.

Im Kessel waren enthalten 820 Pfd. Wasser. Im Wasserstandsglase steigt der Wasserspiegel bei Hinzufügung von 50 Pfd. Wasser um 28^{mm}. Die Temperatur des Wassers beim Einfüllen betrug 12° R.

2) Bremsversuch.

Das Dynamometer zeigte eine Belastung von 175 Pfd. (wovon 7 Pfd. zu subtrahiren sind, wie oben bemerkt). Die Maschine arbeitete mit dieser Belastung 32 Minuten, wobei zu bemerken ist, daß der normale Dampfdruck im Kessel trotz energischen Feuers nicht aufrecht zu erhalten war, weshalb eine einmalige Pause von 3½ Minuten gemacht werden mußte. Der während dessen steigende Dampfdruck sank sofort nach Beginn der Arbeit wieder beträchtlich. Die Maschine verbrauchte 2½ Pfd. Holz und 70 Pfd. Kohlen. Sie leistete 9,7 wirkliche Pferdestärken und verbrauchte daher pro Stunde und wirkliche Pferdestärke ca. 13½ Pfd. Kohlen.

Die Notizen über die Temperatur des Wassers im Vorwärmer sind in Graden Réaumur:

17, 38, 52, 65, 67, 65, 70.

Die Gesammtzahl der Umdrehungen der Maschine (mit dem Hubzähler gemessen) betrug 3474, durchschnittlich 109; die Gesammtzahl der Umdrehungen der Bremse 3843, während nach dem Verhältniß der Scheibendurchmesser die letztere 3901 Umdrehungen gemacht haben müßte; der durch die Riemenübertragung verursachte Verlust beträgt daher 1½ pCt.

Das totale während des Versuchs verdampfte Wasserquantum betrug 343 Pfd., wonach der Kessel pro Pfund Kohle 4,9 Pfd. Wasser verdampft hat. Die Maschine verbrauchte pro Stunde und Pferdestärke 66 Pfd. Wasser.

3) Indicator-Diagramme.

Beim Arbeiten an der Bremse wurden zwei Diagramme genommen, was durch die schon erwähnte Pause möglich war.

Erstes Diagramm.

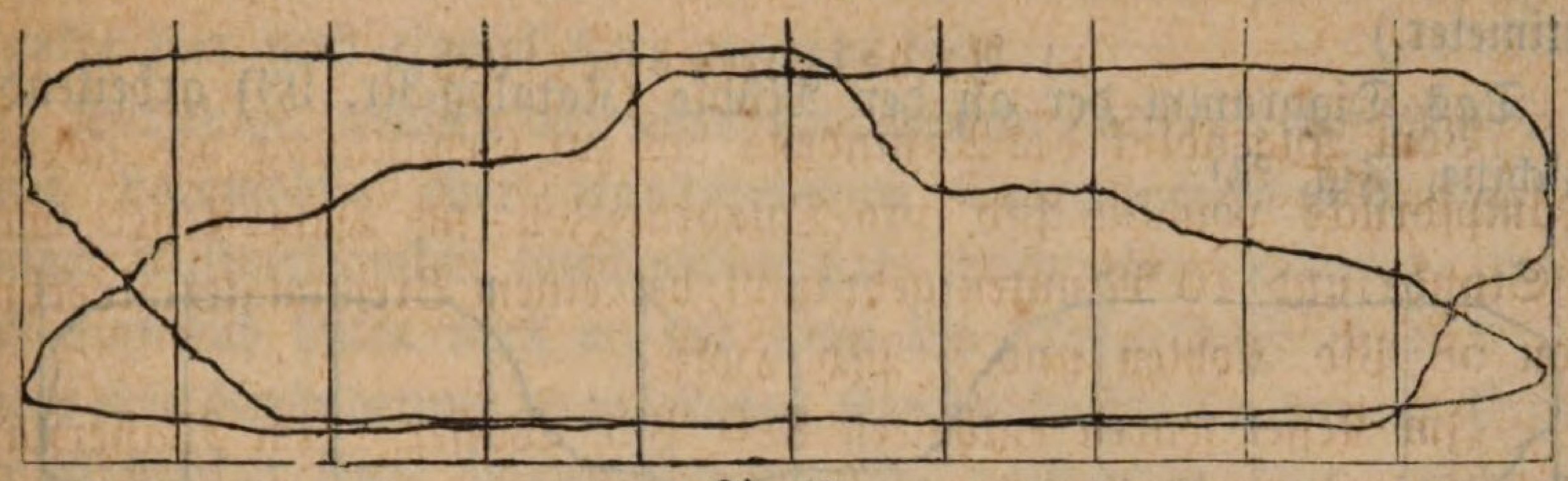


Fig. 47.

Zweites Diagramm.

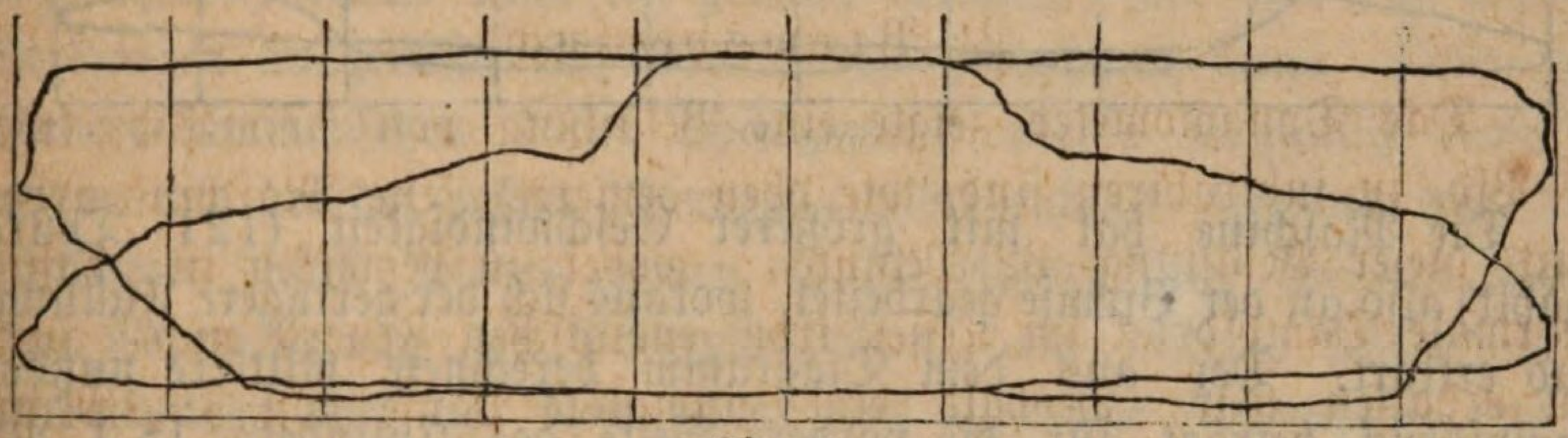


Fig. 48.

Diese beiden Diagramme zeigen eine starke Verschiedenheit. Die Unregelmäßigkeit in der Expansionscurve rührt, wie eine spätere Untersuchung ergab, von Undichtigkeit des Dampfschiebers her.

Erstes Diagramm ergiebt für die vordere Seite des Cylinders einen mittleren nutzbaren Dampfdruck von 25,3 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,85 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), hintere Seite 25,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,73 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Zweites Diagramm ergiebt für die vordere Seite des Cylinders einen mittleren nutzbaren Dampfdruck von 27 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,974 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), hintere Seite 25,25 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,845 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter).

Indicator-Pferdestärke 6,8, resp. 7,5 Pferdestärken.

Das Diagramm der leergehenden Maschine, Fig. 49 zeigt, daß

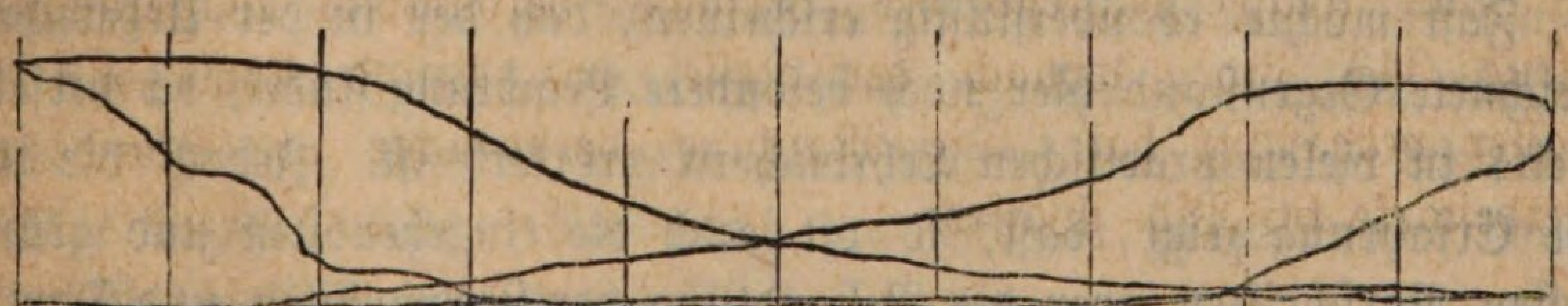


Fig. 49.

die Reibung der Maschine nicht unbedeutend ist. Mittlerer Dampfdruck 6,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,446 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter),

resp. 5,8 Pfd. pro Quadrat-Zoll (0,424 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter.)

Das Diagramm der an der Mühle (Katalog-Nr. 93) arbeitenden Maschine, Fig. 50.

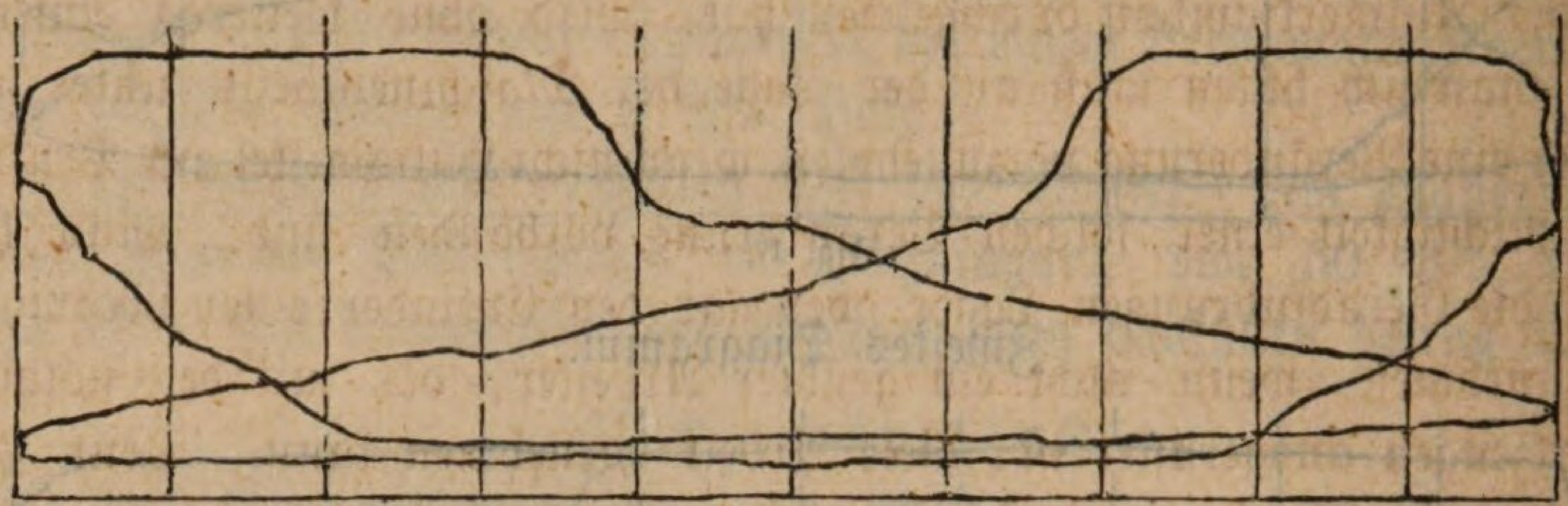


Fig. 50.

Die Maschine hat mit größerer Geschwindigkeit (121 Touren gezählt) also an der Bremse gearbeitet, woraus sich der geringere Füllungsgrad erklärt. Der aus dem Diagramm berechnete mittlere nutzbare Dampfdruck beträgt für die vordere Seite des Cylinders 18,4 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,345 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter), für die hintere Seite 19,1 Pfd. pro Quadrat-Zoll (1,396 Kilogramm pro Quadrat-Centimeter). Die indicirten Pferdestärken betragen 5,9.

Bemerkungen.

Der hauptsächlichste Grund für die ungünstige Arbeit dieser Maschine ist in der Undichtigkeit des Dampfschiebers zu suchen, welche sich bei darauf gerichteter Untersuchung herausstellte.

Ueber die Schiebersteuerung gilt dasselbe, was oben über die Locomobile dieser Fabrik gesagt wurde.

E. Behandlung der Locomobilen.

Fast möchte es überflüssig erscheinen, daß der in der Ueberschrift bezeichnete Gegenstand hier noch besondere Beachtung findet, da derselbe bereits in vielen practischen Lehrbüchern erörtert ist. Jedoch die tägliche Erfahrung zeigt, daß, so oft auch die eingehendsten und gründlichsten Vorschriften über die Behandlung der Locomobilen und Dampfmaschinen überhaupt gegeben sind, doch noch immer in der Praxis die ärgsten Verstöße hierin gemacht werden und es mag daher immerhin noch einigen Nutzen stiften, wenn die wesentlichsten beim Gebrauch der

Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen zu beobachtenden Punkte hier noch einmal kurz genannt werden.

Derjenige, welcher das oben über das Montiren der Maschine einer Locomobile oder transportablen Dampfmaschine Gesagte mit einiger Aufmerksamkeit durchgelesen hat, wird ohne weiteres einsehen, daß man sich hüten muß an der Lage der Maschinentheile unter einander eine Veränderung vorzunehmen, wenn nicht Hülfsmittel zur Prüfung der Richtigkeit einer solchen Veränderung vorhanden sind. Man hüte sich, die Geradführungen, Lager oder gar den Cylinder einer Locomobile loszunehmen, wenn nicht ein geübter Arbeiter, der mit den nöthigen Werkzeugen ausgerüstet ist, diese Arbeit vornehmen kann. Denn beim Wiederzusammensetzen dieser Theile muß ebenso sorgfältig verfahren werden wie bei der ersten Montage, widrigenfalls dieselben nur durch glücklichen Zufall wieder genau in die richtige Lage kommen können. Eine Verwechselung der Schraubenbolzen, ein dickeres Auftragen der Verpackungen oder dgl. kann sofort eine erhebliche Abweichung von der genauen Lage der betreffenden Theile mit sich bringen. Dies ist, wie gesagt, für denjenigen, der die beim Montiren anzuwendende Sorgfalt kennt, so einleuchtend, daß hierüber kein weiteres Wort verschwendet werden soll.

Der hiemit berührte Uebelstand, daß oft in der Praxis Reparaturen an den in Rede stehenden Maschinen von völlig ungeübten Arbeitern mit nicht genug zu rügendem Leichtsinn vorgenommen werden, ist zwar häufig, noch häufiger ist jedoch der andere Fall, daß die nothwendigsten Reparaturen an diesen Maschinen vernachlässigt werden. Eine Jahre lang gebrauchte Locomobile oder transportable Dampfmaschine ist in der Regel gleichbedeutend mit undichten Dampfschiebern, undichtem Absperrschieber, schlotternden Lagern, undichten Verpackungen, Hähnen, defectem Aschenkasten und Schornstein u. s. w. Es ist durchaus eine falsche Sparsamkeit, die nothwendigen Reparaturen an allen diesen Theilen aufzuschieben und nur in dem Umstande, daß dem Besitzer der Maschine die durch solche Schäden hervorgerufenen großen pecuniären Nachtheile unbekannt sind, kann es zugeschrieben werden, daß man so Viele diesen Fehler begehen sieht. Um durch ein Beispiel zu erläutern, welchen Einfluß die Undichtigkeit des Dampfschiebers auf den Kohlenverbrauch haben kann, sei auf die oben ausführlich mitgetheilten Prüfungsresultate der Rostocker Maschinenausstellung aufmerksam gemacht. Die beiden Maschinen Nro. 1 und Nro. 4 sind aus derselben Fabrik hervor-

gegangen, abgesehen von der verschiedenen Kesselconstruction, welche hier nicht in Betracht kommt, sind beide von derselben Construction, mit derselben, durch den Centrifugalregulator veränderlichen, Steuerung versehen, beider Dampfcylinder sind mit Dampfmänteln umgeben, und doch hat Nro. 1 29 Pfund Wasser pro Stunde und Pferdekraft gebraucht und Nro. 4 66 Pfund desgleichen, also fast das $2\frac{1}{2}$fache. Der Wasserverbrauch einer Maschine steht fast in directem Verhältniß zum Kohlenverbrauch, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß im Allgemeinen ein Kessel das größere Wasserquantum pro Stunde weniger ökonomisch verdampft als das kleinere. Nehmen wir der Einfachheit wegen an, daß, um in demselben Kessel 66 Pfund Wasser zu verdampfen, das $2\frac{1}{2}$fache an Kohlen aufzuwenden sei als bei einer Verdampfung von 29 Pfund pro Stuude und Pferdestärke, so gelangen wir zu folgendem Resultat: Dieselbe Maschine, welche, wenn sie mit dichtem Dampfschieber arbeitet, ca. 5 Pfund Kohlen pro Stunde und Pferdestärke verbraucht, also bei einer Leistung von etwa 10 wirklichen Pferdestärken im Ganzen pro Tag incl. Anheizen bei 10stündiger Arbeitszeit ca. 560 Pfd. Kohlen verbrennen würde, dieselbe Maschine kann, wenn der Dampfschieber undicht ist statt dessen 1300 Pfd. Kohlen verbrauchen — Differenz ca. 740 Pfd. Kohlen täglich.

Man glaube nicht etwa, daß diese Zahlen hoch gegriffen sind, im Gegentheil, es läßt sich wohl annehmen, daß der Unterschied in der Praxis bei Jahre lang im Betrieb befindlichen Maschinen ein weit größerer ist als bei den eben als Beispiel dienenden neuen und zur Prüfung auf einer Ausstellung eingelieferten Maschinen.

Nächst dem Zustande der Maschine selbst hat die Geschicklichkeit und Sorgfalt des Wärters derselben den größten Einfluß auf den Kohlenverbrauch. Hierdurch wird es nothwendig, daß man in der Wahl desselben recht umsichtig zu Werke gehe, um so mehr als auch in mancher andern wichtigen Beziehung z. B. auf den Oelverbrauch, sowie namentlich auch für Unterhaltung und Conservirung der Maschine, Umsicht und Sorgfalt des Wärters eine Hauptrolle spielen.

Bekanntlich hat man zu verschiedenen Zeiten den Einfluß der Tüchtigkeit und Aufmerksamkeit von Maschinenwärtern auf dem Wege der versuchsweisen Concurrenz zu ermitteln gesucht. Die neuesten dem Verfasser bekannten und auf Locomobilen speciell bezüglichen Versuche dieser Art fanden Seitens der „Faversham Agricultural Association" zu Faversham in der zweiten Woche des November 1870 statt. Die

Resultate dieser Versuche sind im Engeneering vom 18. November 1870 bekannt gemacht. Hier wurde jedem der 13 concurrirenden Heizer ein Brennmaterialquantum von 84 Pfund Kohlen und 8 Pfund Holz gegeben und mußten sie damit nach einander mit einer und derselben 8pferdigen Dampfmaschine arbeiten, welche letztere einen mit Hubzähler versehenen Bremsapparat trieb. Da die Belastung der Bremse stets dieselbe blieb, so waren die totalen Umdrehungszahlen, welche die einzelnen Heizer erzielten, direct das Maß für die Leistung der Maschine Beiläufig war die größte Anzahl Umdrehungen 8885 und die kleinste 6733, Zahlen, welche sich ungefähr wie 33 zu 25 verhalten. Sicherlich ist dies eine starke Differenz, wenn man bedenkt, daß die schlechtesten Heizer sich zu einer solchen Concurrenz nicht zu melden pflegen. Der größte Oelverbrauch war $3^3/_4$ Unzen, der kleinste 1 Unze u. s. w.

Unzweifelhaft sind derartige Concurrenzen von großem Vortheil, da die Heizer bei solchen Gelegenheiten von einander Vieles lernen, namentlich aber darüber zum Bewußtsein kommen, wie sehr nothwendig ihre fortwährende Aufmerksamkeit bei der Maschine ist. Es ist daher zu wünschen, daß derartige Versuche auch bei uns in Deutschland Nachahmung finden.

Beim Betriebe verlangen die Locomobilen im Allgemeinen größere Aufmerksamkeit als stationäre Dampfmaschinen. Namentlich das Feuern muß bei einer Locomobile viel sorgsamer geschehen, als in den mit verhältnißmäßig viel größerem Dampf- und Wasserraum versehenen stationären Dampfkesseln. Die Uebergänge von zu hohem Dampfdruck auf Dampfmangel und umgekehrt, geschehen in Folge des geringen Wasser- und Dampfraumes viel schneller und nur durch öfteres Aufwerfen von geringen Quantitäten Kohlen ist man im Stande, eine Regelmäßigkeit in der Dampfspannung zu erzielen, welche man bei stationären Kesseln mit leichter Mühe erreicht. Hier verdient ein Punkt der besonderen Erwähnung. Man sieht trotz vielfacher Warnung die meisten Maschinenwärter, wenn sie zu hohe Dampfspannung im Kessel haben, die Feuerthür öffnen, damit die Spannung im Kessel sinke. Dieser Zweck wird allerdings auf diesem Wege schnell erreicht, aber zum großen Schaden des Kessels. Die massenhaft einströmende kalte Luft ruft in der Feuerbüchse eine Abkühlung der Wände, namentlich der Rohrwand hervor, welche zum Entstehen von Rissen Veranlassung giebt. Der gute Heizer öffnet die Feuerthür nicht einen Moment länger als zum Einbringen der Kohlen nothwendig ist und in dem Falle, daß

die Dampfspannung zu hoch wird, öffnet er nicht die Feuerthür, sondern schließt die Aschklappe. Daß letztere Maßregel den gleichen Erfolg habe, wird freilich dadurch bedingt, daß die Aschklappe völlig dicht schließt.

Wo Letzteres nicht der Fall sein sollte, da beherzige man wohl, daß es der Kosten verlohnt, dieselbe dicht schließend machen zu lassen, denn das Einsetzen einer neuen Rohrplatte oder neuer Seitenwände der Feuerbüchse ist eine kostspielige Reparatur, welche bei vernünftiger Wartung der Maschine — ursprünglich gute Kesselbleche vorausgesetzt — frühestens nach 8 bis 10 Jahren, je nachdem die Maschine mehr oder weniger regelmäßig gebraucht wird, in Aussicht steht, welche aber bei schlechter Wartung oft schon nach 3 oder 4 Jahren vorgenommen werden muß.

Zur guten Wartung des Locomobilkessels gehört vor allen Dingen das öftere Reinigen desselben von Kesselstein, wie denn auch Bedingung der guten Construction eines Kessels ist, daß derselbe möglichst leicht in allen seinen Theilen zu reinigen sei. Bei manchem Speisewasser, nämlich solchem, welches keinen festen Kesselstein, sondern nur Schlamm absetzt, kann man dadurch, daß man täglich und zwar des Morgens unmittelbar nach dem Anheizen und Mittags nach der Pause einen Theil des Wassers durch den Abblasehahn abblasen läßt, eine vollständige Reinigung erzielen; nützlich ist diese Maßregel bei allen Arten von Speisewasser. Setzt das Wasser eine feste Kruste ab, so müssen mindestens alle vierzehn Tage, besser alle acht Tage, das Mannloch und die Reinigungslöcher geöffnet werden, der Kesselstein mit eisernen Instrumenten möglichst abgelöst werden, worauf man am Besten mit dem durch das Mannloch eingeführten Strahl einer kräftigen Spritze alles gelöste völlig abtrennt und nach unten zu den Reinigungslöchern führt. Man beherzige, daß, je öfter so verfahren wird, desto weniger Zeit dadurch in Anspruch genommen wird, denn die Leute erhalten Uebung in dem Losnehmen und Verpacken der Deckel, der Kesselstein selbst ist in geringerer Dicke vorhanden und die Schraubenmuttern werden, wenn sie öfter gelöst werden, nicht festgerostet sein.

Die Reinigung des Kessels von Kesselstein ist aus doppelten Rücksichten geboten, nämlich erstens in Rücksicht auf den ökonomischeren Kohlenverbrauch und zweitens in Rücksicht auf die Erhaltung des Kessels. Mehr noch als eine Kesselsteinkruste beeinträchtigt ein Rußbelag der Heizfläche die Oekonomie im Kohlenverbrauch, namentlich an

allen den Theilen, welche nicht der directen (strahlenden) Hitze ausgesetzt sind, also vorzugsweise den Siederohren. Ein intelligenter Heizer wird Morgens nach dem Anheizen (nicht vor demselben) und Mittags nach der Pause die sämmtlichen Rohre mit der Rohrbürste ausbürsten. Denn namentlich beim Anheizen und bei Betriebspausen sind die Röhren in Folge des langsameren Luftzuges der Berußung ausgesetzt. Die zum Ausbürsten der Rohre aufzuwendende Mühe ist eine geringe und der Vortheil, der dadurch erzielt wird, ein beträchtlicher, wie leicht auf dem Wege des Versuchs bewiesen werden kann.

Was die Speisepumpe anbetrifft, so mag hier nur wiederholt werden, was bereits vielfach in diesen Gegenstand behandelnden Schriften gesagt ist, daß nämlich der beste Gebrauch derselben darin besteht, daß dieselbe fortwährend ein wenig im Gange erhalten wird, so daß im regelmäßigen Gange der Maschine das abgehende Wasser immer ersetzt wird. Es ist, wie jeder Practiker weiß, fast unmöglich, den Hahn der Speisepumpe so zu stellen, daß im buchstäblichen Sinne des Worts gar keine Veränderung dieser Stellung während des Betriebes nothwendig ist; schon weil man nicht immer mit genau derselben Dampfspannung arbeitet, ist der Wasserverbrauch pro Kolbenhub verschieden, daher eine Stellung des Hahns im Saugerohr der Speisepumpe nicht für immer die richtige sein kann, aber es ist wohl zu unterscheiden, ob die Speisepumpe fortwährend im Gange gehalten wird und nur hin und wieder etwas mehr oder weniger Wasser speist, oder ob der Heizer vorzieht, die Speisepumpe nur in Zwischenräumen angehen zu lassen und dann wieder ganz außer Betrieb zu setzen. Das Letztere wird von vielen Heizern vorgezogen, um gewissermaßen als Regulator für unregelmäßiges Feuern zu dienen. Am Besten ist es, niemals zu viel Kohlen auf einmal auf das Feuer zu bringen, sondern regelmäßig in kurzen Zwischenräumen kleine Quantitäten Kohle einzubringen. Geschieht das Erstere, so wird durch die aufgeworfenen Kohlen das Feuer eine Zeit lang gedämpft und der Heizer stellt die Speisepumpe ab, damit nicht ein allzu rapides Sinken der Dampfspannung stattfinde, dann aber, wenn das Feuer die aufgeworfenen Kohlen ergriffen hat, wird die Hitze zu groß, die Dampfspannung im Kessel nimmt zu und der Heizer setzt nun die Speisepumpe an, damit das in den Kessel gelangende kalte Wasser durch die damit verbundene Abkühlung ein allzu rapides Steigen der Dampfspannung verhindere. Man sieht hieraus, daß ein stätes, möglichst gleichmäßiges Arbeiten der Speisepumpe ein öfteres Feuern

also mehr Aufmerksamkeit von Seiten des Heizers bedingt, als das periodische Arbeiten derselben. Gerade aus diesem Grunde sollte jeder Besitzer einer Locomobile darauf dringen, daß die Speisepumpe in fortwährendem Gange erhalten werde, namentlich da außerdem nach dem jetzigen Stand der Ansichten über die Dampfkesselexplosionen ein fortwährendes Zuführen frischen Speisewassers geboten erscheint.

Daß der Maschinenwärter allen Verpackungen am Kessel und der Maschine fortwährende Aufmerksamkeit schenken muß, ist bekannt und doch findet man in der Praxis an älteren Maschinen nichts häufiger als undichte Stopfbüchsen. Mitunter liegt hier ein Mangel der Construction der Maschine zu Grunde, wie z. B. oben schon darauf aufmerksam gemacht wurde, daß die Schieberstangen an der Locomobile nicht lediglich durch die Stopfbüchse geführt werden sollten, damit nicht nach kurzem Gebrauch, wenn der messingene oder gußeiserne Stopfbüchseneinsatz ausgeschliffen ist, der durch die Excentricstange auf die Schieberstange übertragene Seitendruck allein durch die Packung der Stopfbüchse aufgefangen wird und letztere um dicht zu schließen, übermäßig stark angezogen werden muß. Ebenso häufig aber ist es auch Nachlässigkeit des Maschinenwärters, der die Packungen nicht oft genug erneuert, oder es ist Schuld des Maschinenbesitzers, der den Wärter nicht nur nicht zu solchen Arbeiten anweist, sondern woh gar davon zurückhält, weil sie ihm zu zeitraubend und werthlos erscheinen. In letzterem Falle ist allerdings nicht eher Besserung zu erwarten, ehe die Kenntniß von der Behandlung der Maschinen allen Maschinenbesitzern geläufig wird, was gewiß erst nach allgemeinerer Einführung derselben in Aussicht steht.

Ueber die Behandlung der Wellenlager, der Lager der Pleuelstange, der Geradführungen, des Dampfkolbens, der Dampfschieber, der Hähne, Ventile u. s. w. hier weitläufige Vorschriften zu geben erscheint müßig, da alles dies in der Praxis leicht erlernt wird und wir begnügen uns daher damit, allen Maschinenbesitzern zu empfehlen, daß sie nicht allein dem Maschinenwärter eine recht gründliche practische Unterweisung ertheilen lassen, wozu in jeder guten Maschinenfabrik Gelegenheit ist, sondern auch selbst sich so viel wie möglich ein Verständniß hiervon anzueignen suchen. Zweckmäßig ist es, von Zeit zu Zeit einen kundigen Maschinisten mit der gründlichen Revision der Maschine zu beauftragen, der alle diese Theile, namentlich den Dampfschieber nachsieht

damit man vor größeren Reparaturen bewahrt werde und die Maschine stets ökonomisch arbeite.

Zum Schluß dieses Capitels sei nur noch auf eins aufmerksam gemacht, welches im Betriebe der Locomobilen wichtig ist, nämlich, daß eine Locomobile niemals im Winter mit Wasser gefüllt stehen bleiben darf, wenn man nicht sicher ist, daß der Frost in ihrem Standorte keinen verderblichen Einfluß auf dieselbe ausüben kann. In den engeren Theilen des Kessels, z. B. dem Zwischenraum zwischen den Feuerbüchsen bei Kesseln von der Locomotivform, der Speisepumpe, dem Wasserstandsglase gefriert das Wasser leicht und übt, da es sich beim Gefrieren ausdehnt, einen alles zerstörenden Druck auf die es umgebenden Wände aus. Noch kürzlich ist dem Verfasser dieser Schrift ein Beispiel bekannt geworden, wo hierdurch ein neuer Locomobilkessel zerstört wurde. Man scheue daher in solchen Fällen nicht die Mühe, das Wasser gänzlich aus der Maschine abzulassen und später beim Wiederinbetriebsetzen den Kessel von neuem zu füllen.

Anhang.

Beschreibung verschiedener ausgeführter Locomobilen.

Die Zeichnungen der in Tafel 15 u. f. abgebildeten Locomobilen kamen zu spät in den Besitz des Verfassers, um in den früheren Theil dieser Schrift aufgenommen zu werden. Obgleich diese Tafeln sehr ausführliche Constructionszeichnungen der betreffenden Maschinen enthalten, so erscheint es doch am Platz zum Zweck der Erleichterung des Studiums derselben im Folgenden kurze kritiklose Beschreibungen davon zu geben.

1) Locomobile von A. Tischbein in Rostock.

Die Tafeln 15 und 16 stellen eine achtpferdige Locomobile dar, welche sich von dem gewöhnlichen Typus dieser Maschinen wesentlich unterscheidet. Dieselbe ist mit sogenannter Woolf'scher Maschine und Dampfüberhitzungsapparat versehen. Wir verdanken die Zeichnungen zu dieser Maschine der Freundlichkeit des Maschinenfabricanten Herrn A. Tischbein in Rostock.

Fig. 1 Tafel 15 stellt die äußere Ansicht dieser Maschine mit heruntergeklapptem Schornstein dar,

Fig. 2 Tafel 15 die Ansicht der Maschine vom Standpunkt des Heizers aus gesehen,

Fig. 3. Horizontalschnitt durch die Mitte der Dampfcylinder,

Fig. 4. Querschnitt durch die Feuerbüchse,

Fig. 5 Tafel 16. Querschnitt durch die Rauchbüchse und die Cylinder,

Fig. 6. Längsschnitt der Maschine,

Fig. 7. Querschnitt durch den Langkessel und den sattelförmigen Lagerbock der Schwungradwelle.

Fig. 8. Die vordere Platte der äußeren Feuerbüchse, welche hinzugefügt wurde, da dieselbe in Fig. 6, wie eine aufmerksame Betrachtung lehrt, unrichtig gezeichnet ist.

Der Kessel dieser Maschine ist im Wesentlichen nach der Locomotivform gebaut. Derselbe ist ungefähr in der Mitte mit einem Dampfdom versehen, von dessen höchstem Punkt aus durch ein kupfernes Dampfrohr der Dampf in den Schieberkasten des kleineren der beiden Dampfcylinder geleitet wird. Das Mannloch ist an diesem Kessel, wie in Fig. 1 und 6 sichtbar, unterhalb des Langkessels angebracht. Die innere Feuerbüchse ist mit der äußeren durch zahlreiche Stehbolzen verankert und ist unten etwas erweitert und mit Hülfe eines zwischengelegten schmiedeeisernen Rahmens mit der äußeren Feuerbüchse vernietet. Die Decke der Feuerbüchse ist durch vier Deckenanker mit je vier Schraubenbolzen verankert. Außerdem besitzt der Kessel drei Längsanker, welche die hintere Feuerbüchsenplatte mit der vorderen Rohrplatte verbinden. Die Rauchbüchse bildet eine directe Fortsetzung des Langkessels und enthält den Dampfüberhitzungsapparat, bestehend aus einem liegenden Cylinderstück mit flacher Decke und Röhren, welche mit den Siederohren des Kessels correspondiren. Die Feuergase passiren diese Röhren, umspülen einen Theil der über der Rauchbüchse befestigten Cylinder und gehen von dort direct in den Schornstein. Der Langkessel sowohl wie der größte Theil der Feuerbüchse sind gegen Abkühlung durch Verkleidung geschützt.

Die Maschine hat zwei Cylinder von verschiedenem Durchmesser. Der kleinere dieser Cylinder erhält den Dampf direct aus dem Dampfdom des Kessels und läßt den verbrauchten Dampf in den Ueberhitzungsapparat strömen. Von hier aus geht der Dampf in den größeren Cylinder und tritt aus dem letzteren in gewöhnlicher Weise durch das Ausströmungsrohr in den Schornstein, wobei er den nöthigen Luftzug erzeugt. Jeder Cylinder hat einen besonderen Schieberkasten, der nach außen gelegen ist und es wird die Steuerung des Dampfes für jeden der Cylinder durch einen Schieber bewirkt. Die Kurbelwelle ist mit zwei gleichen geschmiedeten Kurbeln versehen und in einem sattelförmig auf dem Kessel befestigten Bock gelagert. Die Schieberstangen sind nur durch die Stopfbüchsen geführt. Die Geradeführung der Maschine ist so construirt, daß die Kolbenstangen über den Kreuzkopf hinaus verlängert sind und in Lagern geführt werden, welche an dem Dampfdom befestigt sind. Die Absperrung des Dampfes geschieht durch ein auf dem Schieber-

kasten des kleineren Cylinders sitzendes Absperrventil. Der über der Feuerbüchse befestigte Centrifugalregulator wirkt auf eine Drosselklappe, die in dem oberen verengten Theil des gußeisernen Dampfdoms angebracht ist.

Die Hinterachse ist vor der Feuerbüchse gerade durchgeführt und an der vorderen Platte derselben, wie in Fig. 5 und 6 Tafel 16 ersichtlich, befestigt. Die Räder haben hölzerne Naben, Speichen und Felgen, gußeiserne Achsbüchsen und schmiedeeiserne Reifen.

2) Locomobile von A. Tischbein in Rostock.

Auf Tafel 17 Fig. 1 — 5 ist eine achtpferdige Locomobile dargestellt, bei welcher ein rückkehrender Zug angeordnet ist.

Auch für diese Zeichnung sind wir dem Herrn Maschinenfabricanten A. Tischbein in Rostock zu Dank verpflichtet.

Die Zeichnungen stellen dar:

Fig. 1. Den Längenschnitt der Maschine,

Fig. 2. Querschnitt durch die Feuerbüchse,

Fig. 3. Querschnitt durch den Langkessel, die Mitte des Dampfcylinders und des darüber befindlichen Schornsteins,

Fig. 4. Horinzontalschnitt durch die Kesselmitte.

Fig. 5. Obere Ansicht und Horizontalschnitt durch den Cylinder.

Der Kessel dieser Maschine zeigt einige Abweichungen von der Locomotivform. Während die Feuerbüchse und der sich an die vordere Platte der äußeren Feuerbüchse vermittelst Winkeleisen anschließende Langkessel ganz in gewöhnlicher Weise construirt sind, bildet die Rauchbüchse die directe Fortsetzung des Langkessels und trägt nicht, wie gewöhnlich den Schornstein, sondern hat zu beiden Seiten große viereckige Oeffnungen, die sich von der Mitte abwärts erstrecken (s. Fig. 1 und 4). Die Feuergase treten, nachdem sie die Siederöhren passirt haben, durch diese Oeffnungen in einen Raum, der dadurch gebildet ist, daß ein Blechmantel in einer Entfernung von ca. 5″ um den größten Theil des Langkessels gelegt ist, wie aus den Fig. 1, 3 und 4 deutlich zu erkennen ist. In dem von diesem Mantel gebildeten Raum nehmen die Feuergase ihren Weg rückwärts, indem sie so die Außenwand des Kessels bestreichen. Am Ende des Mantels, der sich bis fast an die Feuerbüchse erstreckt, erweitert derselbe sich zu einem Gehäuse (Fig. 3), in welchem der Dampfcylinder befestigt ist, und welches den Schornstein trägt.

Zur Befestigung der Maschine sind an den Kessel zwei ca. 1′

hohe Bleche genietet, die als Fundamentrahmen dienen. An dieselben ist der Dampfcylinder, der Bock für die Kolbenstangenführung und die Schwungradwellenlager angeschraubt.

Die Absperrung des Dampfes geschieht bei dieser Maschine durch einen sich drehenden Schieber, der sich in einem besonderen auf der Feuerbüchse befestigten Gehäuse befindet. Dieses Gehäuse trägt zugleich ein Sicherheitsventil.

Die Anordnung der Kolbenstangenführung, der Schiebersteuerung, der Speisepumpe, des Centrifugalregulators sind aus den gegebenen Abbildungen so deutlich zu ersehen, daß hierüber nichts hinzuzufügen ist.

3) Locomobile von Richard Hartmann in Chemnitz.

Auf Tafel 18 ist eine 8pferdige Locomobile aus der sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz in $^1/_{10}$ der wirklichen Größe dargestellt. Dieselbe ist so eingerichtet, daß sie zum Transporte leicht auf die punktirt eingezeichneten Räder gestellt wird, während sie bei anhaltendem Gebrauch an ein und derselben Stelle auf ein solides Fundament festgeschraubt, oder auch bloß auf die ebene Erde gestellt werden kann.

Dervordere Theil A des Feuerkasten kommt dabei so zu liegen, daß der Rost B den Boden berühren würde, wenn unter demselben nicht der Aschenfall C ausgehöhlt wäre. Zu beiden Seiten der letztern bei D und E ruht der Feuerkasten unmittelbar auf dem Boden.

An dem hinteren Theile des höher liegenden, runden Kessels, Fig. 1, ist ein gußeiserner Träger F festgeschraubt, dessen Form in punktirten Linien aus Fig. 2 ersichtlich ist.

Am Kessel selbst sind die Träger H befestigt, deren untere Fläche auf den oberen Flächen von F aufruhen. Die Träger F werden fest mit dem Steinfundamente G verschraubt. Der Kessel selbst unterscheidet sich nicht von den gewöhnlichen Formen. Er ist mit 28 Sieberöhren versehen, welche eine totale Heizfläche von 12 □ Metern sammt der Heizfläche der Feuerräume repräsentiren. Es sind mithin 1,50 □ Meter Heizfläche pro 1 Pferdkraft vorhanden. Der Ueberdruck beim normalen Gange ist auf 5 Atmosphären berechnet, doch kann die Spannung auch bis auf 6 Atmosphären gesteigert werden.

Bemerkenswerth ist die Art, wie die Maschine an eine Fundamentplatte J befestigt, als ein completes Stück auf den Kessel geschraubt ist. Der Cylinder K ist auf die Platte J J festgeschraubt; an dem Deckel des Cylinders ist die Geradführung L befestigt, welche an ihrem

vorderen Ende durch einen an J festgeschraubten Ständer M gehalten wird. Die Kurbellager N sind wieder besonders auf der Platte J festgeschraubt. Der Regulator O ist auf einer Platte Q gelagert, welche an J angegossen ist. Er wird durch eine Schnur von der auf der Kurbelachse befestigten Scheibe P angetrieben. R ist das Zuleitungsrohr des Dampfes in den Schieberkasten, S die Drosselklappe auf welche der Regulator einwirkt. Bei V ist das Absperr-Ventil; T und T sind die beiden Sicherheits-Ventile. Bei a ist die Speisepumpe angebracht, welche durch das Excentric c in Gang gebracht wird; b ist das Saugrohr mit dem Absperrhahne e und d das Druckrohr, das bei Z in den untersten Theil des Kessels einmündet.

Zur Versteifung der Decke des Feuerkastens sind 4 gußeiserne Platten i mit derselben verschraubt, von denen die 2 mittleren durch je 2 Zugstangen p p an den Winkeleisen q aufgehängt sind, welche an der äußern Wand (Fig. 2) des Kessels angenietet sind. Zur Versteifung der vorderen und hinteren Kesselwand sind die Verankerungen x angebracht.

4) Locomobile von A. Tischbein in Rostock.

Die auf Tafel 19 und 20 in 8 verschiedenen Ansichten dargestellte zweicylindrige Locomobile ist ebenfalls in der Maschinenfabrik von A. Tischbein in Rostock construirt. Dieselbe hat nominell 8 Pferdestärken. Der Kessel derselben ist nach der Locomotivform gebaut, ohne Ueberhöhung der Feuerbüchse und Rauchbüchse, welche letztere durch eine directe Fortsetzung des Langkessels gebildet wird. Stehbolzen, Deckenanker und sonstige Verankerungen sind auf den Zeichnungen nicht angegeben, werden aber selbstverständlich an der ausgeführten Maschine nicht fehlen. Dasselbe gilt vom Mannloch, den Reinigungslöchern Aschenklappe, Roststäben, Abblasehahn und Feuerthür. Der Langkessel ist in gewöhnlicher Weise verkleidet.

Die beiden Cylinder sind mit dem dazwischen befindlichen Schieberkasten in einem Stück gegossen und direct auf der Feuerbüchse aufgeschraubt. Die geschmiedete Kurbelwelle ist in zwei getrennten direct am Kessel befestigten Consolen gelagert. Die Steuerung des Dampfes geschieht je durch einen Schieber, die Excentrics sind in bekannter Weise auf der Schwungradwelle um einen bestimmten Winkel (zwei Rechte weniger den doppelten Voreilungswinkel) drehbar, so daß man beim Angehenlassen die Maschine nach Belieben vorwärts oder rückwärts

laufen lassen kann, je nachdem man mit der Hand das Schwungrad nach der einen oder der anderen Richtung dreht. Die Absperrung des Dampfes geschieht durch einen drehbaren Schieber, der sich in einem besonderen, auf der Feuerbüchse befestigten Gehäuse von Gußeisen befindet. Dies Gehäuse steht mit dem Dampfraum des Kessels durch ein langes, dicht unter der Decke des Langkessels entlang geführtes Rohr in Verbindung, welches als Wasserscheidungsapparat dient und der Maschine nur trockenen Dampf zuführt. Vom Absperrschieber aus geht direct ein kupfernes Dampfrohr in den Schieberkasten. Unterhalb des Schieberkastens vereinigen sich die beiden kupfernen Ausströmungsröhren der beiden Cylinder zu einem einzigen Rohr (siehe Fig. 1 und 2 Tafel 19), welches auf dem Kessel entlang direct in den Schornstein führt. Der Centrifugalregulator wird durch einen Riemen von der Schwungradwelle aus betrieben und wirkt auf eine Drosselklappe. Die Geradführung besteht bei dieser Maschine aus zwei Führungslinealen, welche in so großer Entfernung über einander angebracht sind, daß sie der Pleuelstange zwischen sich freies Spiel gestatten. Dieselben sind ebenso wie der Kreuzkopf aus Gußeisen und werden einerseits durch an den Cylinderdeckeln angegossenen Fortsetzungen, anderseits durch einen gemeinschaftlichen auf dem Kessel mit zwei Füßen geschraubten Stützbock gehalten.

Ueber das Untergestell dieser Maschine ist zu bemerken, daß dasselbe im Wesentlichen nach guten englischen Mustern gebaut ist. Die Räder sind von Holz mit gußeisernen Naben. Die Hinterachse liegt ganz außen am hinteren Ende der Feuerbüchse und ist durch an die Seiten der Feuerbüchse angenietete Lappen befestigt. Hierdurch wird ein für die Stabilität der Maschine während der Arbeit günstiger großer Radstand gewonnen.

5) Locomobile von C. v. Liphart in Dorpat.

Die Tafeln 21 und 22 sind dem „Practischen Maschinen-Constructeur" Band 4 Heft 1 entnommen. Die auf denselben dargestellte 8 pferdige Locomobile findet sich daselbst folgendermaßen beschrieben:

Diese Maschine ist zu landwirthschaftlichen Zwecken construirt. Viele Constructeure wollen von Anwendung einer Expansionssteuerung bei Locomobilen nichts wissen, meiner Ansicht nach ist eine solche aber gerade bei Locomobilen zu landwirthschaftlichen Zwecken sehr am Platz. Aus diesem Grunde habe ich auch bei dieser weiter unten eingehend

beschriebenen Maschine die Farcot'sche Steuerung angewandt, und zwar diese, weil sie die einfachste der mir bekannten, während des Ganges der Maschine verstellbaren Expansionssteuerungen ist. Gerade auf die Verstellbarkeit derselben kommt aber bei bewußter Verwendung von Locomobilen sehr viel an. Z. B. eine Locomobile von 8 Pferdekraft soll heute dreschen, morgen aber Häcksel schneiden oder mahlen, es leuchtet ein, daß der Kraftverbrauch bei diesen Leistungen ein sehr verschiedener ist. Beim Dreschen z. B. kann es sogar vorkommen, daß man von der Maschine zeitweise eine bedeutend höhere Kraftabgabe zu fordern sich genöthigt sieht, welcher Fall bei ausgewachsenem nassem Getreide immer eintritt, desfalls wäre man also in der Lage durch Abstellen der Expansionssteuerung, wodurch man bei Volldruck statt 8 hier 12 Pferdestärke erzielt, ohne die sonst unvermeidlichen Verstopfungen der Dreschmaschine, mit voller Kraft rein auszudreschen. Weiter soll nun aber eventuell allein Häcksel geschnitten werden, der Kraftbedarf übersteigt desfalles aber 2 Pferdekraft auch bei der größten Häckselmaschine nicht, arbeitet diesesfalls die Locomobile mit Volldruck, so kann man sich nicht anders helfen, als durch ein fast gänzliches Schließen des Absperrventils und durch Niedrighalten des Dampfdruckes und demgemäßen sehr verlangsamten Gang der Maschine; letzteres ist aber sehr unvortheilhaft, da das so schon zu leichte Schwungrad diesfalls einen noch geringeren Einfluß auf den gleichmäßigen Gang der Maschine zu äußern im Stande ist, von dem Brennmaterialverbrauch ganz zu schweigen, welcher bei derartigem Betrieb jedenfalls unverhältnißmäßig groß im Verhältniß zu der Leistung werden muß. Wie anders aber stellt sich dieses Verhältniß bei Anwendung der Expansion. Die Steuerung wird auf $\frac{1}{4}$-Füllung gestellt, die Leistung der Maschine beträgt desfalls noch reichlich 4 Pferdekraft, der Kohlenverbrauch in 10 Stunden 200 Pfd., also nicht ganz für einen Thaler, während eine Volldruckmaschine deren Leistung mittelst des Absperrventils und geringem Dampfdruck auf diese Kraft herabgedrückt wäre, mindestens für $1\frac{1}{2}$ Thlr. Kohlen verbrauchen würde. Das Gewicht der ganzen Maschine wird aber kaum erheblich erhöht durch die Expansion, da die Cylinderdimensionen doch reichlich bemessen werden müssen, um die Kraft, wie oben gesagt, steigern zu können, auch über das bezahlte Maß hinaus. Hier z. B. sind die Dimensionen der Maschinentheile für eine 15pferdige Maschine berechnet. Speciell bei Locomobilen für die Landwirthschaft ist es auch noch sehr nöthig, daß man die Anordnung der Maschinen-

theile möglichst übersichtlich und zwar so treffe, daß womöglich alle die Theile, welche der Heizer zu controliren hat, auf einer Seite der Maschine liegen. Auf den Landgütern wird in der Regel verlangt, daß er nicht allein die Locomobile, sondern auch noch alle übrigen zu betreibenden Maschinen beaufsichtigt. Bei obengenanntem Falle aber, wenn ausgewachsenes nasses Getreide gedroschen werden soll, hat der Heizer fast mehr bei der Dreschmaschine zu thun, als bei der Locomobile es ist aber auch für diesen Fall sehr wichtig, daß die Feuerfläche recht groß sei, um dem Heizer das Dampfhalten möglichst zu erleichtern. Die Feuerfläche ist hier so groß genommen, beiläufig 21 Quadratfuß per Pferdekraft, daß es auch dem ungeschicktesten Heizer ein Leichtes sein muß, sogar bei der höchsten Anstrengung der Maschine, also bei 12 Pferdekraft (und deshalb fast 15 Quadratfuß Heizfläche) Dampf zu halten. Das Mannloch ist verhältnißmäßig klein genommen, weil ein solches von gewöhnlicher Größe die Kopfplatte zu sehr geschwächt hätte, ohne irgend einen Vortheil zu gewähren, denn es ist ja einem Erwachsenen überhaupt unmöglich, in einen Locomobilkessel hineinzukriechen, geschweige denn in demselben sich frei zu bewegen. Das Mannloch ist genügend weit, um Reinigungsoperationen von außen her, sowie ein etwa nöthiges Herausnehmen des Dampfrohres leicht bewerkstelligen zu können. Die Art des Verschlusses ist R. Garret nachgeahmt, nur habe ich eine Schraube anstatt zweier als mir genügend scheinend, angewandt, der dadurch, daß er überall gleichmäßig an dem Bleche anliegt, einen sehr dichten Schluß ermöglicht, und außerdem die Blechplatte bedeutend versteift, also daß eine Verankerung derselben unnöthig wird. Die Sicherheitsventile sind reichlich bemessen und mittelst Hebel und Gewichten belastet, deren Verschiebung durch Vorhängeschlösser verhindert wird.

Um das so lästige Undichtwerden der Schraubenköpfe im Inneren des Kessels zu vermeiden, sind hier conische Schraubenköpfe und als Dichtung Kupferröhrchen angewandt, welch' letztere beim Anziehen der Mutter zusammengepreßt werden und so das Loch vollkommen ausfüllen. Der Funkenfänger ist der gewöhnliche englische mit kegelförmiger Kappe und Wasserkasten. Das Ganze ist nur lose auf die Esse aufgesetzt, und wird beim Niederlegen der Letzteren selbstverständlich fortgenommen. Beim Transport der Locomobile muß auch das Schwungrad sowie auch die Ventilgewichte abgenommen werden. Das Schwungrad hindert das Vordergestell des Wagens am Durchdrehen und könnte auch durch sein Gewicht, beiläufig 650 Pfd., durch das Schütteln und

Stauchen beim Fahren die Maschine beschädigen, dasselbe gilt für die Ventilgewichte, deren Hebel beim Fahren mittelst Holzstücken in ihren Führungen verkeilt werden. Funkenfänger, Schwungrad, Ventilgewichte und Bremsklötze müssen auf einem gewöhnlichen Wagen nachgefahren werden. Der Drehschemel des vorderen Wagengestells besteht aus zwei Theilen, von welchen der untere mit der Achse fest verbundene zwei starke Stahlstifte trägt, die in mit dem Spannnagel concentrische flache Löcher der unteren Platte des oberen Theils eingreifen, und ein zu weites Durchdrehen, sowie ein Anstoßen der Räder an den Langkessel verhindern. Zur Schonung des Langkessels, sowie zur Verstärkung des Untergestells ist der hölzerne Langbaum zwischen letzterem und der äußeren Feuerbüchse angeordnet. Der ganze Dampfkessel, sowie der Cylinder, werden in eine doppelte Lage Filz eingepackt und noch außerdem mit dem aus schmalen Latten bestehenden Holzmantel bedeckt, um jede Wärmeausstrahlung zu vermeiden. Der Holzmantel wird mittelst Zugbändern und Schrauben festgehalten, ich habe denselben gelb gebeizt, wodurch die ganze Maschine ein dem Auge wohlgefälliges Aeußeres erhält. In der Zeichnung sind die etwa anzubringenden Reinigungs-Löcher fortgelassen, bis auf eins, aus welchem die Construction derselben ersehen werden kann. Es sind Condensationswasser-Ablaßhähne am Cylinder und Schieberkasten weggelassen und der Lufthahn am Ventilgehäuse der Speisepumpe. Es sind dies die gewöhnlichen kleinen Hähne von 7 Millim. Bohrung, und nur der Cylinder soll das selbstthätige Condensationswasser-Ablaßventil von Schäffer und Budenberg erhalten. Die Speisepumpe und der Vertheilungsschieber werden von ein und demselben Excenter betrieben, der Hub der Pumpe wird hierdurch freilich etwas klein, beiläufig 44 Millim., doch liefert dieselbe bei einem Kolbendurchmesser von 66 Millim. immer noch das $3^1/_2$fache des Bedarfs, bringt man nun noch unter dem Saugeventil einen Hahn an, so hat der Heizer es in der Gewalt, durch Verstellen des Kükens den Wasserzufluß so zu reguliren, daß der Kessel nahezu nur so viel Wasser be jeder Umdrehung der Kurbelwelle zugeführt erhält, als dem in derselben Zeit abgegebenen Dampfquantum entspricht. Auf diese Weise wird das Dampfhalten noch erleichtert. Damit die Pumpe ja nie heiß werde, ist bei der Einmündung des Druckrohrs in den unteren Theil der äußeren Feuerbüchse ein zweites Druckventil angeordnet, welches auch bei etwa nöthig werdendem Besichtigen der Ventile an der Pumpe gute Dienste leistet. Der Vertheilungsschieber arbeitet ohne Deckung,

oder einer solchen von 15 Millim. beiderseitig, welche nothwendig ist, um einen sicher dichten Schluß zu erzielen. Auf demselben durch besondere Federn (spiral) angedrückt, ruht der Expansionsschieber. Ersterer wird noch durch zwei Plattfedern, welche an seine Seitenflächen angenietet sind und an dem Deckel gleiten, gegen den Spiegel gedrückt. Vermittelst des auf den Schiebern lastenden Dampfdruckes wird der Expansionsschieber von dem Vertheilungsschieber mitgenommen, bis ersterer beim Vor- resp. Rückwärtsgehen an eine der beiden Muttern anstößt, festgehalten wird und die Dampföffnung in der oberen Fläche des Vertheilungsschiebers schließt. Jetzt gleitet der Vertheilungsschieber unter dem anderen hin, auf seinem Rückwärtsgange aber nimmt er den Expansionsschieber wieder mit, bis dieser an die andere Mutter anstößt und sich das vorige Spiel wiederholt. Die genannten Muttern sitzen auf einer Spindel, welche aus dem Schieberkasten hinausgeführt, einen kleinen Handhebel trägt, der auf einem Zifferblatte mittelst Flügelmutter festgestellt werden kann. Durch Drehung dieses Hebels werden die Muttern einander genähert oder von einander entfernt, zu diesem Zwecke ist auf der Spindel linkes und rechtes Gewinde eingeschnitten. Die Muttern sind eigentlich nur Bronzeklötzchen, in welche Stahlstifte mit Gewinde eingeschraubt sind, deren gewindeloses Ende in die Gänge der Spindel eingreift. Auf diese Weise wird das Zusammensetzen des Mechanismus sehr erleichtert; die Spindel ist aus Stahl und gehärtet. Das Zifferblatt ist auf den Schrauben der Stopfbüchse befestigt, und trägt die Eintheilung zur Verstellung der Füllungsgrade von $1/2$ bis $1/8$. Der Heizer kann also hier von Hand fortwährend die Geschwindigkeit der Maschine reguliren, ökonomischer und ebenso leicht als mittelst des Absperrventils. Um keine große Drehung der Spindel zu bedürfen, hat das Gewinde derselben 26 Millim. Steigung. Bringt man die Muttern ganz auseinander, so daß der Schieber nicht mehr anstößt, so arbeitet die Maschine mit Vollfüllung. Die Muttern sind an der dem Schieberkastendeckel zugekehrten Seite flach und gleiten an diesem, ohne sich um die Spindel drehen zu können. Das Dampfrohr ist der Länge nach aufgeschnitten im Dampfraum des Kessels eingehängt, und erhält man auf diese Weise recht trockenen Arbeitsdampf. Zur Versteifung der Feuerbüchse ist nur ein einziger Stehbolzen angewandt und zwar ist dieser zwischen der inneren und äußeren Feuerbüchse an der tiefsten Stelle derselben dicht neben dem Reinigungspfropfen angeordnet. Dieser Stehbolzen ist nicht mit Gewinde eingezogen, sondern

mittelst eines zwischen die Bleche geschobenen starken Eisencylinders und warm vernietet. Eine solche Anordnung ist hier besser, da der inneren Feuerbüchse eine unwandelbare Auflage gewährt und hierdurch die äußere Kopfplatte entlastet wird. Der Langkessel ist durchaus mittelst Lang- und Querlaschen vernietet, die Feuerbüchse nur mit solchen in ihrer Längenrichtung. Zwischen den Sicherheitsventilen ist eine kleine Dampfpfeife angeordnet, es ist dies ein nicht unnützer Theil einer Locomobile, durch welche schon viele Unglücke vermieden worden sind. Die combinirten Dreschmaschinen machen nämlich einen solchen Lärm, daß die menschliche Stimme absolut unfähig ist, denselben zu übertönen, wird nun z. B. der Handgriff am Küken der Pfeife mit einem Gewicht beschwert und derselbe mittelst einer Art Klingelzug mit dem Standpunkt des Einlegers auf der Dreschmaschine verbunden, so ist dieser im Stande, ohne Anstrengung und ohne Gefahr nicht gehört zu werden, dem Heizer das Zeichen zum Anhalten der Dampfmaschine zu geben. Es kommt ein solcher Fall besonders bei schlechtem Getreide häufig vor, da sich in diesem Falle die Maschine an verschiedenen Stellen leicht verstopft, die betreffenden Riemen abspringen und nun, wenn andere Theile des Mechanismus trotzdem fortarbeiten, leicht Brüche von Maschinen-Theilen erfolgen. Der schrecklichste der Schrecken kann freilich durch die Pfeife nicht verhindert, wohl aber abgekürzt und vermindert werden, ich meine den Fall, daß der Einleger durch irgend eine ungeschickte Bewegung mit seinen Armen oder Beinen in die Dreschtrommel geräth und nun, ohne daß sein Schreien gehört wird, sich seine Glieder immer weiter zerschmettern lassen muß. Diese Unglücksfälle ereignen sich leicht bei Anfang der Arbeit, wenn der Bundlöser und der Zureicher noch nicht oben stehen, der Einleger, in einem Berg von Getreide vergraben, allein sich oben befindet, ja sogar etwa die Trommel reinigt, ohne daß der Heizer es weiß und dieser die Maschine angehen läßt. Ich habe zweimal in meinem Leben das Unglück gehabt, dazu gerufen zu werden. In dem einen Falle konnte der Mann sich durch oben genannte Vorrichtung sobald retten, daß ihm nur der Fuß völlig zerschmettert war, während in dem anderen Falle, wo eine solche Vorrichtung nicht vorhanden war, der Unglückliche immer weiter hineingezogen würde und das Bein bis zum Knie sich zermalmen lassen mußte. Leider ist die Anwendung von Pfeifen häufig verboten, wenn z. B. ein Bahnhof sich in der Nähe befindet; der Sinn dieser Maßregel leuchtet mir freilich nicht ein, da man nur darauf zu sehen

brauchte, daß die Pfeifen der Locomobilen so klein gehalten werden, daß ein Verwechseln des Tones mit denen der Locomotiven eine Unmöglichkeit ist. Die Geradführung ist nach Art der Support-Führung einer Drehbank construirt. Die zwei zu beiden Seiten des Fußes des Kreuzkopfes angebrachten Lineale haben prismatischen Querschnitt und können einander beliebig genähert werden. Ein etwa nöthiges höher oder tiefer Stellen des Tisches wird mittelst zweier Schrauben bewirkt, welche durch die Gabeln des unteren auf den Kessel geschraubten Theils und die Lappen, welche an den Tisch angegossen sind, hindurchgehen. Ein festes Anziehen dieser Muttern genügt, um ein eigenmächtiges Verstellen des Tisches zu verhindern. Die Geradführung hat keine Schmiervorrichtung, es genügt vollkommen und ist sehr ökonomisch, wenn der Heizer nur zeitweise mittelst eines flachen Pinsels die Bahnen mit Oel bestreicht.

Die sämmtlichen Figuren sind in dem Verhältnisse von $1^1/_4{}'' = 1$ Fuß rheinl. gezeichnet. Die Hauptdimensionen und die wichtigsten Data sind aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen: Totale Feuerfläche 173 Quadratfuß rheinl. = 17 Quadratmeter. Eisenstärke der Feuerthürkopfplatte 13 Millim., der Verbindungsplatte zwischen Langkessel und äußerer Feuerbüchse 10 Millim., der beiden Rohrplatten 10 Millim., der äußeren Feuerbüchse 10 Millim., der inneren 9 Millim., des Langkessels 8 Millim., der Rauchkammerschlußplatte 6,5 Millim., der Esse 3 Millim. Die Sieberohre. 42 an Zahl, haben 1,5″ lichten Durchmesser, die Esse 8,75″. Die totale Rostfläche beträgt 4,5 □′, die Oeffnung der Aschenklappe beträgt 100 □″, die Summe sämmtlicher Rohrquerschnitte 74 □″, der Querschnitt der Esse 63 □″. Die freie Oeffnung der beiden Sicherheitsventile zusammen 6 □″. Der Dampfüberdruck beträgt 6 Atm. Die Längenausdehnung des Kessels von Mitte Cylinder bis Mitte Kurbelwelle ist gleich $^3/_{16}{}''$ bei einer Temperatur von 166° Celsius. Der Vertheilungs-Schieber wird erst dann eingestellt, wenn man 6 Atm. Dampfüberdruck hat, der Kessel also auf 166° erwärmt ist.

Aus diesem Grunde ist es auch schon sehr wichtig, bei Locomobilen ohne Grundplatte Expansion anzuwenden, weil man dann, will man mit geringer Kraft arbeiten, den Druck nicht niedriger zu halten braucht, wodurch der Kessel sich weniger ausdehnen und demgemäß der Schieber falsch absperren würde. Der Kolbendurchmesser ist 8″, die Fläche also 50 □″, der Hub 10″, Anzahl der Doppelhübe in der Minute 140, Kolbengeschwindigkeit also 233′ in der Minute, der Gegendruck im

Blasrohr = 1 Pfd. per □″. Die Leistung der Maschine bei Volldruck beträgt 12 Pferdestärken, bei $^1/_2$ Füllung 8, bei $^3/_8$ Füllung 6, bei $^1/_4$ Füllung 4 Pferdestärken. Der Wasserverbrauch bei Volldruck ist gleich 8,5 Pfd. per Minute, bei $^1/_2$ Füllung 4,4 Pfd., bei $^3/_8$ Füllung 3,3 Pfd., bei $^1/_4$ Füllung 2,2 Pfd. Der Kohlenverbrauch ist für den 10stündigen Arbeitstag bei Volldruck 8 Ctnr., bei $^1/_2$ Füllung 4,5 Ctnr., bei $^3/_8$ Füllung 3 Ctnr. und bei $^1/_4$ Füllung 2 Ctnr. Das Gewicht des Ganzen mit Fahrrädern und Schwungrad schwankt zwischen 63 und 65 Ctnr. Einen Regulator hat die Maschine nicht erhalten.

6) Transportable Dampfmaschine von M. Webers in Berlin.

Die in den Holzschnitten Fig. 51 bis 53 dargestellte transportable Dampfmaschine von M. Webers in Berlin zeigt in ihrer äußeren Erscheinung so viel des Interessanten, daß wir aufrichtig bedauern, keine complete Constructionszeichnungen von dieser Maschine geben zu können. In „Engineering“ vom 28. April 1871 ist diese Maschine ebenfalls abgebildet und hat dort eine sehr lobende Kritik erfahren, eine Auszeichnung, welche deutschen Maschinen in englischen Zeitschriften nur selten widerfährt. In wortgetreuer Uebersetzung heißt es dort:

„Die Construction dieser Maschine ist sehr gefällig und dabei solid. Die Grundplatte für Kessel und Maschine sammt den Kurbelwellenlagern ist in einem Stück gegossen und zwar zeigt die Maschinengrundplatte die wohlbekannte Allen'sche Form. Auch steht der Dampfcylinder frei von der Grundplatte ab wie bei der Allen'schen Maschine und ist allein mit seinem Stirnende angeschraubt. Die Kreuzkopfführung hat eine cylindrische Fläche und wird durch eine besonders für diesen Zweck construirte Maschine bearbeitet, wodurch es allein möglich wird, die richtige Lage derselben zur Cylinderaxe zu sichern. Der gußeiserne Kreuzkopf hat eine große Lauffläche und wird von den Seiten durch an die cylindrische Führung befestigte Stahlleisten vor dem Abheben bewahrt. Diese Stahlleisten sind zum Nachstellen eingerichtet. Die Kurbelwelle trägt ein kleines, aber schweres Schwungrad; unter derselben zwischen den Lagern ist der Vorwärmer angebracht, welchen das Speisewasser auf seinem Wege zum Kessel passirt, um hier durch den ausströmenden Dampf der Maschine erhitzt zu werden. Die Speisepumpe wird von einem auf der Schwungradwelle sitzenden Excentric bewegt; das Ganze ist auf das Sorgfältigste abbalancirt.

Regulirt wird die Geschwindigkeit der Maschine — 240 bis 300 Fuß

Kolbengeschwindigkeit — durch Veränderung des Füllungsgrades. Die Maschine ist nämlich mit Farcot'scher Expansionssteuerung versehen (wie die vorige Maschine) und geschieht die Verstellung des Füllungs-

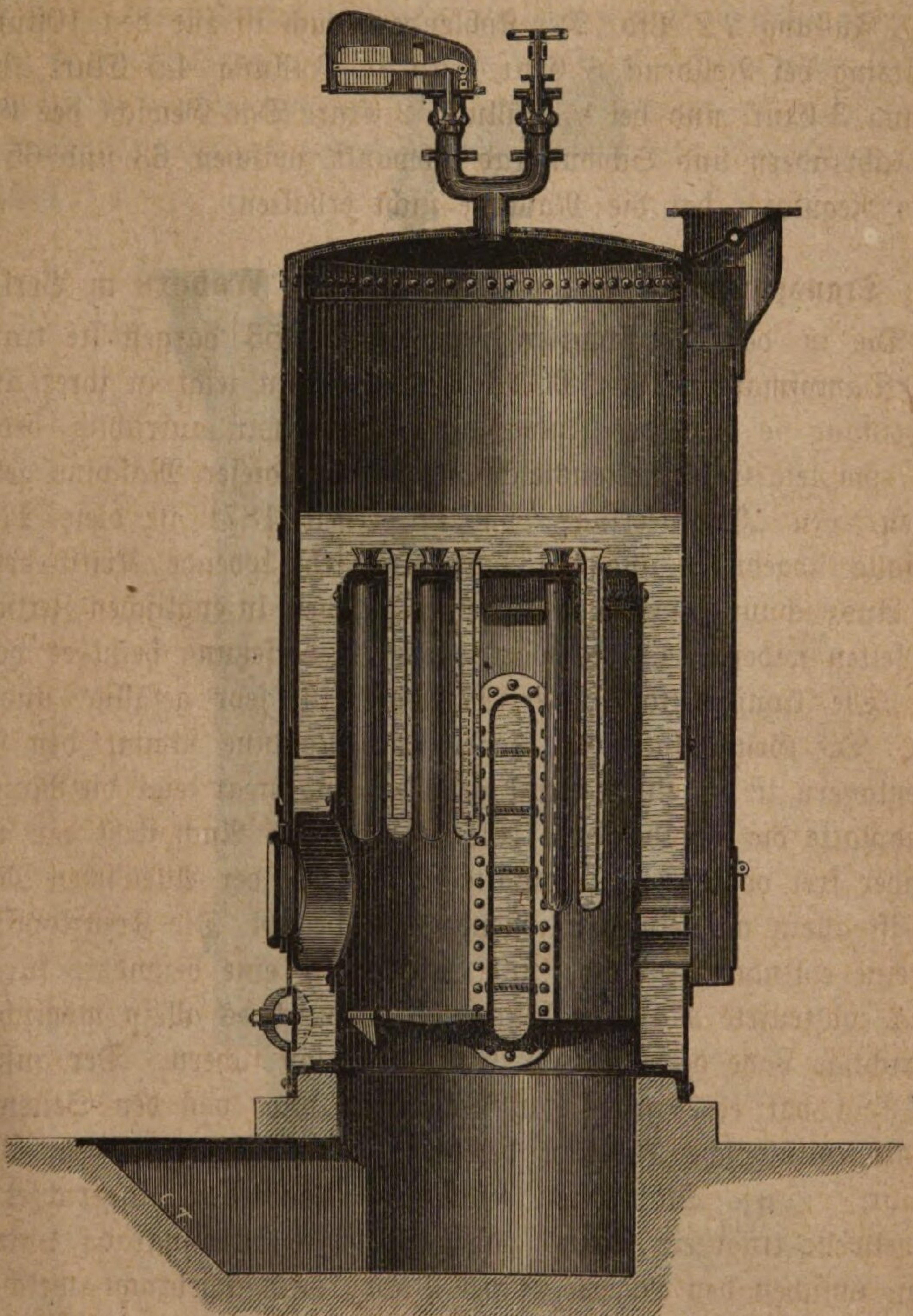


Fig. 51.

grades durch den Centrifugalregulator, der in der Abbildung sichtbar ist und durch Frictionsräder getrieben wird. Der Füllungsgrad kann jeder beliebige bis zu halber Füllung sein.

Die Kesselconstruction ist namentlich aus Fig. 51 zu ersehen. Dort sieht man, daß die Feuerbüchse durch eine mit Wasser gefüllte Wand in zwei Theile getheilt ist, auf deren einer Seite der Rost liegt, während die andere Seite durch horizontale, den Wasserraum des Kessels

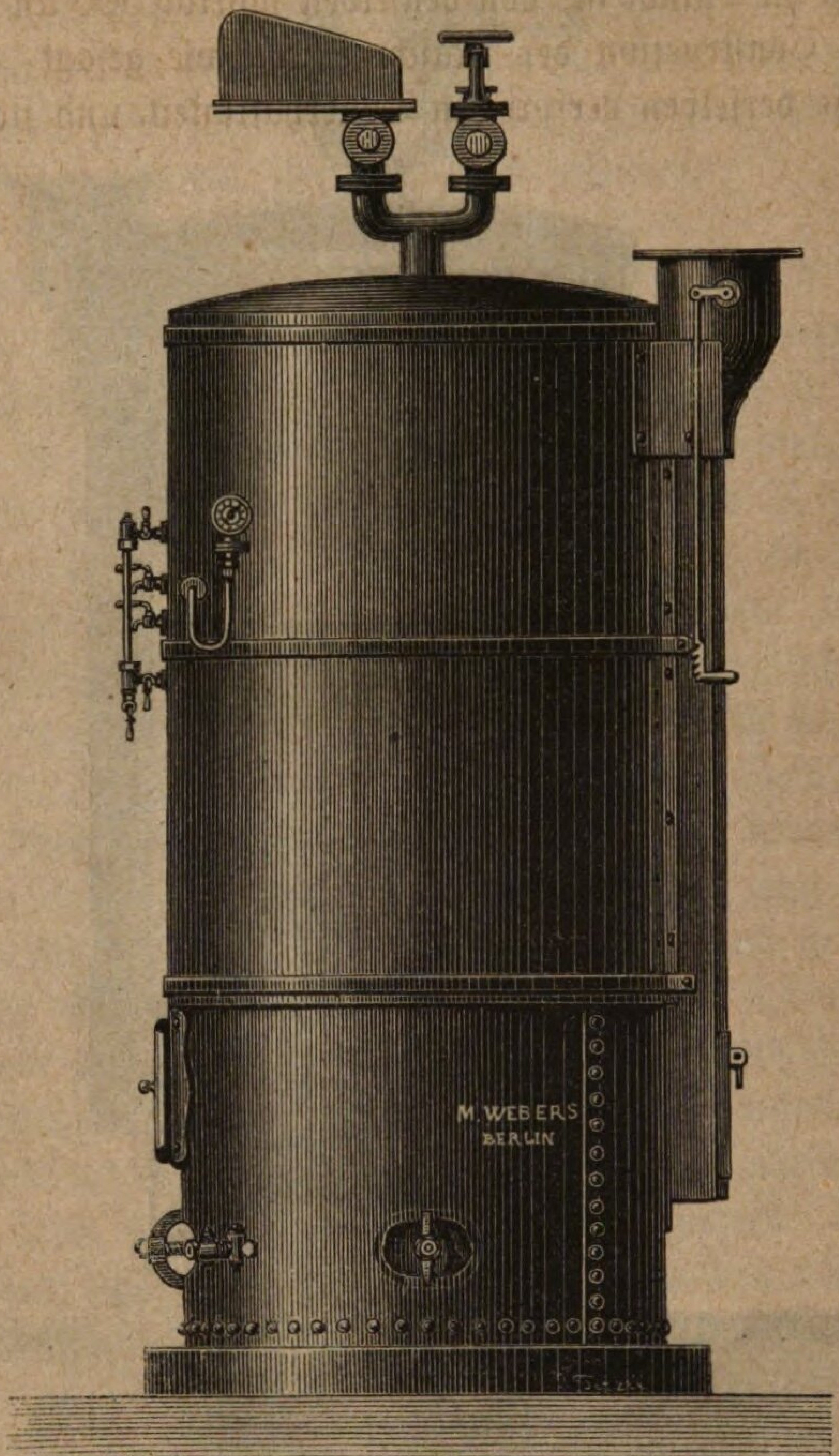


Fig. 52.

durchdringende Röhren mit der außen am Kessel liegenden Schornsteinröhre von rechteckigem Querschnitt communicirt. Oben in der Schornsteinröhre ist eine Regulirungsklappe angebracht. Von der Decke der Feuerbüchse hängt eine Anzahl Field'scher Röhren in den Feuerraum

wie in der Figur ersichtlich. Herr Webers rühmt die Leistungen seiner Kesselconstruction und wir zweifeln nicht, daß dieselben in der That gut sind. Schließlich fügen wir hinzu, daß Herr Webers aus der Anfertigung dieser Maschine neuerdings eine Specialität gemacht hat und in Folge der bedeutenden Nachfrage seine Fabrik derartig vergrößert hat, daß er jetzt im Stande ist, von denselben jährlich 300 an der Zahl zu fertigen. Die Construction der Maschine ist, wie gesagt, gefällig und die Verhältnisse derselben versprechen Dauerhaftigkeit und sicheren, ruhigen Gang.

Druck von G. Kreysing in Leipzig.



Weber, Hermann

Der Bau der Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen

Bd.: [1]

Leipzig 1871